

# **Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung**



## **PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA**

**Profesor Tjandra Anggraeni**  
Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati  
Institut Teknologi Bandung

**Aula Barat ITB  
19 November 2022**

**Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung**  
19 November 2022

**Profesor Tjandra Anggraeni**

**PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA**



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA

Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,  
tanggal 19 November 2022.

**Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

**UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Prof. Tjandra Anggraeni

PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA

Disunting oleh Prof. Tjandra Anggraeni

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2022

x+62 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-6624-69-7

1. Rekayasa Pengendalian Hama 1. Tjandra Anggraeni

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, serta rasa syukur yang tiada henti, karya tulis sebagai bagian dari presentasi pada acara orasi ilmiah ini dapat diselesaikan.

Isi dari karya tulis dengan judul : PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA ini, meliputi informasi umum mengenai serangga di bagian awal yang dilanjutkan dengan informasi mengenai sebagian dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan penulis terkait dengan dasar sains pengendalian serangga hama menggunakan cara hayati. Pada bagian penutup, penulis menyampaikan harapan penggunaan cara hayati yang lebih luas dalam mengendalikan serangga hama.

Semoga informasi terkait dengan kehidupan serangga yang banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia namun juga menjadi penyebab berbagai masalah, dapat memberikan gambaran yang lebih baik kepada masyarakat secara luas.

Bandung, 19 November 2022

**Prof. Tjandra Anggraeni, Ph.D**



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
SINOPSIS .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
II. SERANGGA .....	6
III. <i>HIGHLIGHT</i> PERJALANAN RISET PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA .....	14
3.1. STUDI PENGARUH AGEN HAYATI PADA SISTEM IMUN SERANGGA HAMA .....	15
3.2. STUDI PENGARUH AGEN HAYATI PADA FISILOGI SERANGGA .....	21
3.3. STUDI UJI PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA	25
IV. PENUTUP .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
UCAPAN TERIMAKASIH .....	39
CURICULLUM VITAE .....	41



## SINOPSIS

Serangga hama adalah serangga yang menurut *perspective* manusia dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi, termasuk serangga pembawa penyakit. Usaha untuk mengendalikan serangga hama telah lama dilakukan, yaitu sejak manusia hidup menetap atau tidak *nomaden* lagi. Namun keberadaan serangga hama tidak terselesaikan bahkan muncul berbagai permasalahan karena digunakannya insektisida kimia sebagai solusi keberadaan serangga hama.

Berbagai jenis insektisida kimia dengan berbagai jenis bahan aktif digunakan untuk mengendalikan serangga hama di sektor pertanian, peternakan, perkebunan, kesehatan, perumahan, dsb. dengan jumlah yang besar serta memerlukan dana yang tidak sedikit. Usaha ini nyatanya hanya dapat mengendalikan serangga sesaat, karena setelah ini berbagai permasalahan muncul antara lain : resistensi serangga hama (serangga hama semakin tahan terhadap insektisida kimia sehingga memerlukan jumlah insektisida kimia yang semakin besar untuk membunuh), resurgensi serangga hama (munculnya kembali serangga hama dengan jumlah yang lebih besar), peledakan hama sekunder (munculnya serangga hama baru karena kematian musuh alami dari serangga tersebut), serta polusi lingkungan yang menyebabkan antara lain berbagai penyakit pada manusia.

Program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah solusi yang ditawarkan saat ini, yaitu program pengendalian serangga hama yang

melibatkan cara kultural (pengendalian dengan pencegahan kehadiran serangga hama misal dengan menggunakan pelindung), cara fisik (pengendalian secara mekanik langsung terhadap serangga hama misal dengan alat penjebak serangga), cara hayati (pengendalian dengan menggunakan organisma lain atau bagian dari organisma lain), serta terakhir ketika belum berhasil, dapat menggunakan cara kimia (pengendalian dengan insektisida kimia) dalam jumlah kecil.

Pengendalian serangga dengan cara hayati yang memanfaatkan organisma lain, dapat dilakukan dengan memanfaatkan cara hidup organisma lain yaitu yang berperan sebagai predator (memangsa serangga hama), parasitoid (serangga yang sebagian besar hidupnya menjadi parasit pada serangga hama), atau patogen (organisma penyebab penyakit pada serangga hama).

Untuk mendukung pengendalian cara hayati yang memanfaatkan agen pengendali hayati patogen dalam mengendalikan serangga hama, penelitian terkait dengan sistem imun serangga, fisiologi serangga, serta uji pengendalian hayati atau bioassay telah banyak dilakukan untuk dapat digunakan sebagai dasar penjelasan secara ilmiah.

Serangga memiliki sistem imun untuk pertahanan diri yang efektif terhadap masuknya benda asing atau serangan patogen, yang diperantarai oleh hemosit (sel darah), dimana sistem imun seluler (mekanisme fagositosis, pembentukan kapsul, dan pembentukan nodul) dan sistem imun humoral (enzim profenoloksidase, lektin, antimikroba) saling mendukung dan bekerjasama. Penelitian dengan menginfeksi

patogen sebagai agen pengendali hayati pada serangga menunjukkan terjadinya penurunan sistem imun serangga baik sistem imun seluler maupun sistem imun humoral.

Seperti yang juga terjadi pada fisiologi dari organisma lain, fisiologi pada serangga menunjukkan keterkaitan antara satu sistem dengan sistem lainnya, yaitu ketika satu sistem terganggu maka pengaruhnya dapat terlihat pada sistem yang lain. Penelitian dengan menginfeksi patogen sebagai agen pengendali hayati pada serangga dapat menyebabkan misalnya penurunan jumlah viabilitas dari telur yang dihasilkan termasuk penurunan kualitas dari perkembangan hidup serangga.

Penyebab kematian dari serangga yang diinfeksi oleh agen pengendali hayati sangat tergantung pada jenis dan jumlah patogen serta spesies serangga. Beberapa jenis virus, bakteri, dan jamur yang telah diteliti memberikan pengaruh dan penyebab kematian yang bervariasi.

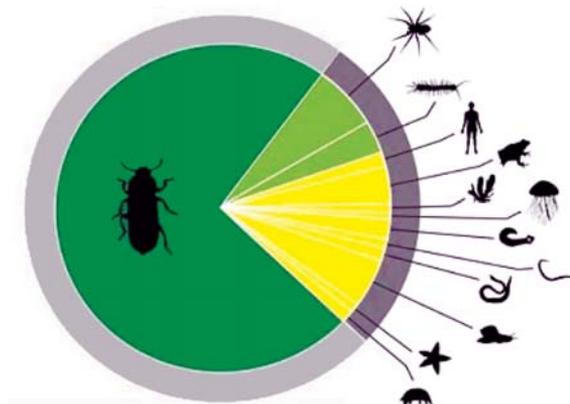
Penjelasan secara ilmiah tentang penggunaan agen pengendali hayati untuk mengendalikan serangga hama memungkinkan penggunaannya secara luas di masa yang akan datang. Hal ini berkontribusi secara signifikan dalam program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang terus dikembangkan sampai saat ini untuk mendukung kehidupan manusia dan organisma lain yang semakin baik.



# PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA

## I. PENDAHULUAN

Informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, salah satunya dari WorldAtlas tahun 2018 menyatakan bahwa para ahli entomologi dunia memperkirakan jumlah serangga yang hidup setiap saat di dunia adalah sebesar 10 quintillion (10.000.000.000.000.000.000) yang merayap, melompat, ataupun terbang, termasuk ribuan juta lainnya sedang beristirahat atau dalam tahapan tertentu dari metamorphosis. Dinyatakan pula bahwa  $\frac{3}{4}$  dari jenis spesies hewan yang ada, adalah serangga. Jumlah individu dan jenis spesies ini mendudukkan serangga pada organisme yang paling dominan di dunia. Gambar 1 memperlihatkan perbandingan keanekaragaman serangga dibandingkan dengan keanekaragaman dari hewan lain termasuk manusia.



**Gambar 1.** Keanekaragaman serangga dibandingkan dengan keanekaragaman hewan lain (Carlsberg Foundation, 2016)

Sebagai organisma yang memiliki 3 pasang kaki, secara umum serangga diketahui dapat memberikan manfaat yang luar biasa bagi manusia, meskipun sebagian kecil serangga dapat menjadi musuh manusia yang tidak dapat dilawan sampai sekarang.

Dari sisi manusia, serangga dinyatakan memberi manfaat atau menguntungkan ketika antara lain, mempolinasi bunga sehingga menjadi buah, mengendalikan serangga hama sebagai predator atau parasitoid, mengurai sampah organik menjadi materi yang bermanfaat di lingkungan, memberikan nilai ekonomi, serta menjadi serangga model untuk berbagai penelitian. Sebaliknya, dinyatakan merugikan ketika antara lain menyebarkan berbagai penyakit, mengkonsumsi dan merusak komoditas pertanian di lahan pertanian ataupun di tempat penyimpanan, serta merusak kayu pada bangunan dan hutan. Kelompok serangga yang disebut terakhir ini sering disebut serangga hama.

Berbagai usaha telah dilakukan manusia untuk membunuh serangga hama yaitu sejak manusia tidak lagi nomaden dan mulai tinggal menetap sampai dengan saat ini, namun serangga hama tetap bertahan. Pembunuhan serangga umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida kimia karena kematian serangga langsung terlihat, sedangkan penggunaan musuh alami dalam membunuh serangga menjadi tidak populer karena memerlukan waktu untuk kematian yang relatif lama.

Penggunaan insektisida kimia semakin besar, ketika DDT (Dichloro Diphenyl Trichloroethane) diperkenalkan sekitar tahun 1944. DDT sendiri diciptakan oleh seorang saintis Swiss bernama Paul Muller yang

karenanya kemudian memperoleh hadiah nobel untuk bidang fisiologi atau obat-obatan pada tahun 1948. Berbagai sektor terkait ekonomi dan kesehatan di seluruh dunia kemudian beralih menggunakan DDT untuk membunuh serangga hama.

Di awal tahun 1960an, banyak orang menjadi sadar akan bahaya penggunaan DDT yang begitu besar terutama setelah Rachel Carlson menerbitkan buku berjudul "Silent Spring" yang dalam bukunya tersebut memprediksi kondisi musim semi yang sepi karena tidak akan terdengar suara burung sebagai akibat dari hilangnya serangga konsumsi mereka. Terbitnya buku ini terus menjadi perhatian masyarakat sampai kemudian dilarangnya penggunaan DDT beberapa tahun kemudian. Produk-produk insektisida kimia baru yang lebih aman bermunculan kemudian, untuk turut berkontribusi pada permasalahan serangga hama.

Sejauh ini insektisida kimia dianggap sebagai solusi yang paling tepat untuk membunuh serangga hama, namun nyatanya memunculkan berbagai masalah baru seperti resistensi serangga hama, peledakan hama sekunder, resurgensi, polusi terhadap lingkungan yang menyebabkan antara lain berbagai penyakit pada manusia, serta kematian serangga non-target.

Beberapa dampak dari penggunaan insektisida kimia yang telah diketahui umum antara lain penurunan jumlah pollinator dan penurunan jumlah burung. Di area pertanian misalnya, insektisida dapat membunuh lebah sehingga mengurangi jumlah polinator. Hal ini akan mengurangi jumlah produk pertanian. Informasi lain juga menunjukkan bahwa dosis

subletal (dibawah kematian) dapat menyebabkan kemampuan lebah mencari pakan berkurang. Selanjutnya, selain pengaruh langsung karena insektida, burung juga kesulitan dalam mencari pakan karena jumlah serangga yang berkurang. Bahkan di Eropa dilaporkan bahwa penyemprotan insektida dapat menyebabkan pengurangan sampai 80% jumlah serangga pada tanaman gandum dan jagung yang berlanjut dengan penurunan jumlah populasi burung.

Saat ini, diketahui bahwa tidak hanya penggunaan insektisida, tetapi hilangnya habitat dan perubahan iklim adalah sebagai penyebab turunnya populasi dari 40% spesies serangga diseluruh dunia dan sepertiganya terancam kepunahan. Secara global, penurunan jumlah serangga akan mempengaruhi kehidupan makhluk lain khususnya pada manusia yaitu makhluk yang menempati posisi dalam tingkatan trofik tertinggi. Agar manfaat menjadi maksimum dan kerugian menjadi minimum, serangga perlu dikelola dengan baik.

Program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) atau Integrated Pest Management (IPM) adalah salah satu solusi yang ditawarkan saat ini, yaitu pengendalian hama yang dilakukan dengan berbagai cara yang diawali dengan pengendalian secara kultural, pengendalian secara fisik, pengendalian secara hayati, serta terakhir bila pengendalian belum tercapai, dapat digunakan pengendalian secara kimia menggunakan insektisida dengan jumlah yang kecil (Gambar 2). Pada program PHT, serangga yang dikategorikan sebagai serangga merugikan dikendalikan jumlahnya agar selalu berada dibawah ambang ekonomi. Hal ini

memungkinkan keseimbangan populasi secara keseluruhan tetap terjaga, dengan indikator rantai makanan dan jaring makanan yang berjalan dengan baik.



**Gambar 2.** Metoda dalam IPM (<https://agriculturistmusa.com/biological-methods-of-ipm/>)

Berbagai penelitian untuk mendukung program tersebut telah dilakukan, namun tujuan tersebut masih sulit untuk dicapai, mengingat keanekaragaman serangga dalam jumlah dan spesies yang begitu tinggi, seperti yang telah disampaikan di bagian awal.

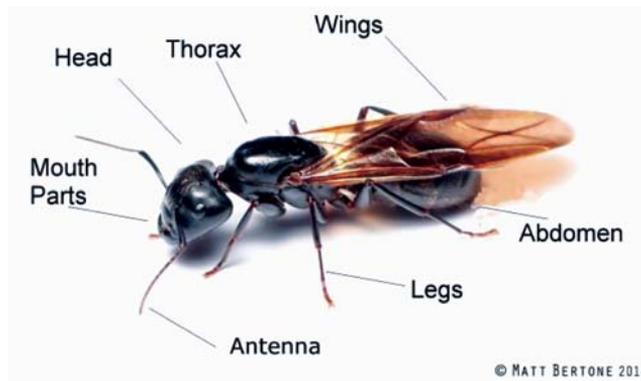
Para entomolog, yaitu orang yang bekerja dan meneliti berbagai aspek terkait serangga, baik tentang serangga berguna maupun tentang serangga hama di seluruh dunia, masing-masing membentuk perhimpunan atau organisasi entomologi untuk saling bertukar informasi terkait hasil penelitiannya. Misal Deutsches Entomologisches Institut di Jerman, Entomological Society of America di USA, Perhimpunan Entomologi Indonesia di Indonesia, dsb. Hasil penelitian-penelitian

tersebut, secara regular didiseminasikan baik dalam bentuk seminar, konferensi, diskusi kelompok, atau tulisan di jurnal-jurnal ilmiah.

Begitu banyak aspek yang dapat diteliti terkait dengan serangga, tidak saja serangga sebagai organisma, tetapi juga berkaitan dengan ilmu lain dalam biologi, seperti ekologi, fisiologi, anatomi, sistematika, molekular, dan sebagainya. Lebih jauh lagi, kehidupan serangga juga berkaitan dengan keilmuan lain sehingga mengerucut kepada keilmuan baru seperti Entomologi Pertanian, Entomologi Kesehatan, Entomologi Perkotaan, Entomologi Forensik, Entomologi Ekonomi, Entomologi Industri, dan sebagainya.

## **II. SERANGGA**

Serangga adalah organisma bersegmen yang memiliki dua pasang sayap dan tiga pasang kaki, serta eksoskeleton sebagai pelindung dan sebagai rangka luar. Seperti organisma lain, serangga dilengkapi dengan ciri biologi serta ciri fisiologi yang memungkinkan serangga untuk beradaptasi, berevolusi, dan lulus hidup sebagai organisma sejak 400 juta tahun yang lalu sesuai dengan bukti fosil yang ditemukan, bahkan lebih tua lagi sesuai dengan hasil penelitian genetika yang telah dilakukan. Selain jumlah sayap, jumlah kaki, serta adanya eksoskeleton, ciri biologi lain sebagai serangga adalah tubuhnya yang bersegmen serta terbagi atas kepala, toraks, dan abdomen, seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Tubuh serangga terdiri dari bagian kepala, toraks, dan abdomen  
(<https://content.ces.ncsu.edu/extension-gardener-handbook/4-insects> )

Pada kepala terdapat antenna, mulut, dan mata yang sangat bervariasi dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi spesies serangga. Sebagai contoh, serangga pemakan darah memiliki bentuk mulut *piercing-sucking* atau penetrasi jaringan solid kemudian mengisap cairan sedangkan serangga pemakan daun memiliki bentuk mulut *mandibulate* atau menggigit dan mengunyah makanan solid, yang sangat berbeda diantara keduanya (Gambar 4a dan Gambar 4b); atau contoh lain adalah antenna pada kupu yang berbentuk *capitate* atau ujung antena langsung membesar, sedangkan pada kecoak berbentuk *filiform* atau antenna memiliki bentuk seperti benang (Gambar 5a dan Gambar 5b). Mata serangga yang secara alami hidup di tempat gelap akan berbeda dengan mata serangga yang secara alami hidup di tempat terang, demikian pula mata pada larva yang berbeda dengan mata serangga dewasa.

Pada toraks serangga terdapat 2 pasang sayap dan 3 pasang kaki, yang

juga seperti pada mulut dan antenna, terdapat variasi yang sangat besar sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi serangga. Misalnya pada sayap kumbang yang disebut *elytra* atau sayap depan mengeras dan melindungi sayap belakang, berbeda misalnya dengan sayap pada kupu yang memiliki *scales* yaitu pelapis sayap yang menyebabkan sayap berwarna-warni (Gambar 6a dan Gambar 6b). Contoh untuk variasi kaki serangga misalnya kaki belalang sembah yang disebut *raptorial* dan berfungsi untuk menangkap mangsa, berbeda dengan kaki kumbang air yang disebut *natorial* serta berfungsi untuk berenang (Gambar 7a dan Gambar 7b).



**Gambar 4a.** Serangga dengan tipe mulut *piercing-sucking* atau penetrasi jaringan solid kemudian mengisap cairan



**Gambar 4b.** Serangga dengan tipe mulut mandibulate atau menggigit dan mengunyah makanan solid



**Gambar 5a.** Serangga dengan tipe antenna capitate atau ujung antena langsung membesar



**Gambar 5b.** Serangga dengan tipe antenna filiform atau memiliki bentuk seperti benang



**Gambar 6a.** Serangga dengan tipe sayap elytra atau sayap depan mengeras dan melindungi sayap belakang



**Gambar 6b.** Serangga yang memiliki scales yaitu pelapis sayap yang menyebabkan sayap berwarna-warni



**Gambar 7a.** Serangga dengan kaki raptorial dan berfungsi untuk menangkap mangsa



**Gambar 7b.** Serangga dengan kaki natatorial dan berfungsi untuk berenang

Abdomen serangga terletak di bagian belakang dari toraks dan terdiri dari 11 atau 12 segmen. Umumnya genital serangga berada pada segmen 8-9, sedangkan pada segmen 11 terdapat *cerci* yaitu organ yang dapat membantu dalam proses kopulasi atau sebagai senjata untuk mempertahankan diri (Gambar 8).



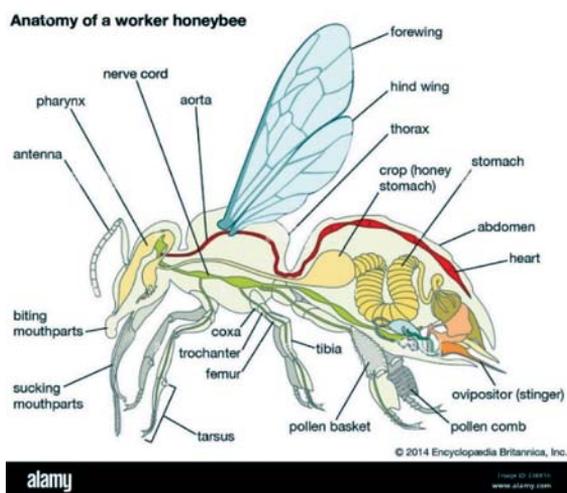
**Gambar 8.** Serangga dengan 2 cerci pada segmen 11 dari abdomennya

Variasi pada kepala, toraks, dan abdomen yang dicontohkan diatas adalah sebagian kecil dari variasi secara keseluruhan yang ada, serta masih banyak contoh lain yang tidak dapat disebut satu persatu dalam tulisan ini.

Seperti organisma lain di dunia, serangga juga memiliki ciri fisiologi yang efektif untuk kelangsungan hidupnya, seperti adanya sistem pencernaan makanan, sistem respirasi, sistem peredaran darah, sistem ekskresi, sistem reproduksi, sistem hormon, sistem pergerakan, mekanisme homeostasis, serta mekanisme molting. Ketika satu sistem terganggu, misalnya ketika faktor lingkungan yang mempengaruhi ketersediaan pakan atau kelembaban, maka secara keseluruhan serangga

akan terganggu dan mempengaruhi kelulushidupannya.

Fisiologi serangga ditunjang oleh anatomi organ internal serangga yang bervariasi dari satu serangga ke serangga lain. Para ahli sistematika juga dapat menggunakan kekhasan anatomi organ internal untuk mengidentifikasi serangga. Sebagai contoh sistem pencernaan serangga pemakan daun akan berbeda dengan sistem pencernaan serangga pemakan darah. Contoh lain sistem respirasi serangga yang hidup di daratan akan berbeda dengan sistem respirasi serangga yang hidup di air. Gambar 9 memperlihatkan bentuk dasar dari anatomi organ internal pada serangga lebah madu.

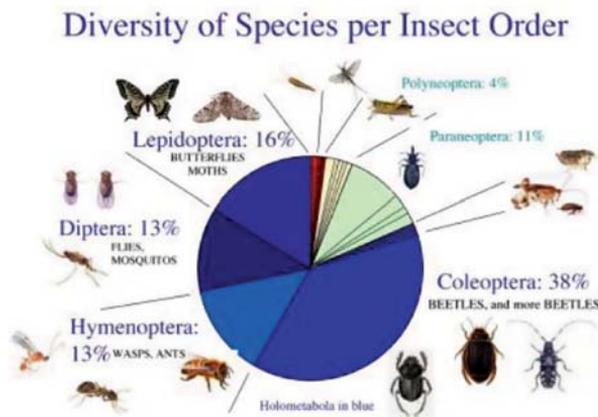


**Gambar 9.** Anatomi organ internal serangga lebah madu  
(<https://www.alamy.com/stock-photo/insects-anatomy.html>)

Seperti pada organisma lain, hormon sangat berperan dalam penentuan berbagai tahapan dalam siklus hidup serangga. Konsentrasi

hormon *juvenile* yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi hormon *ecdysone* akan menyebabkan serangga untuk tetap dalam tahapan larva, dan sebaliknya bila konsentrasi hormon *ecdysone* yang tinggi, maka serangga akan masuk ke dalam tahapan pupa.

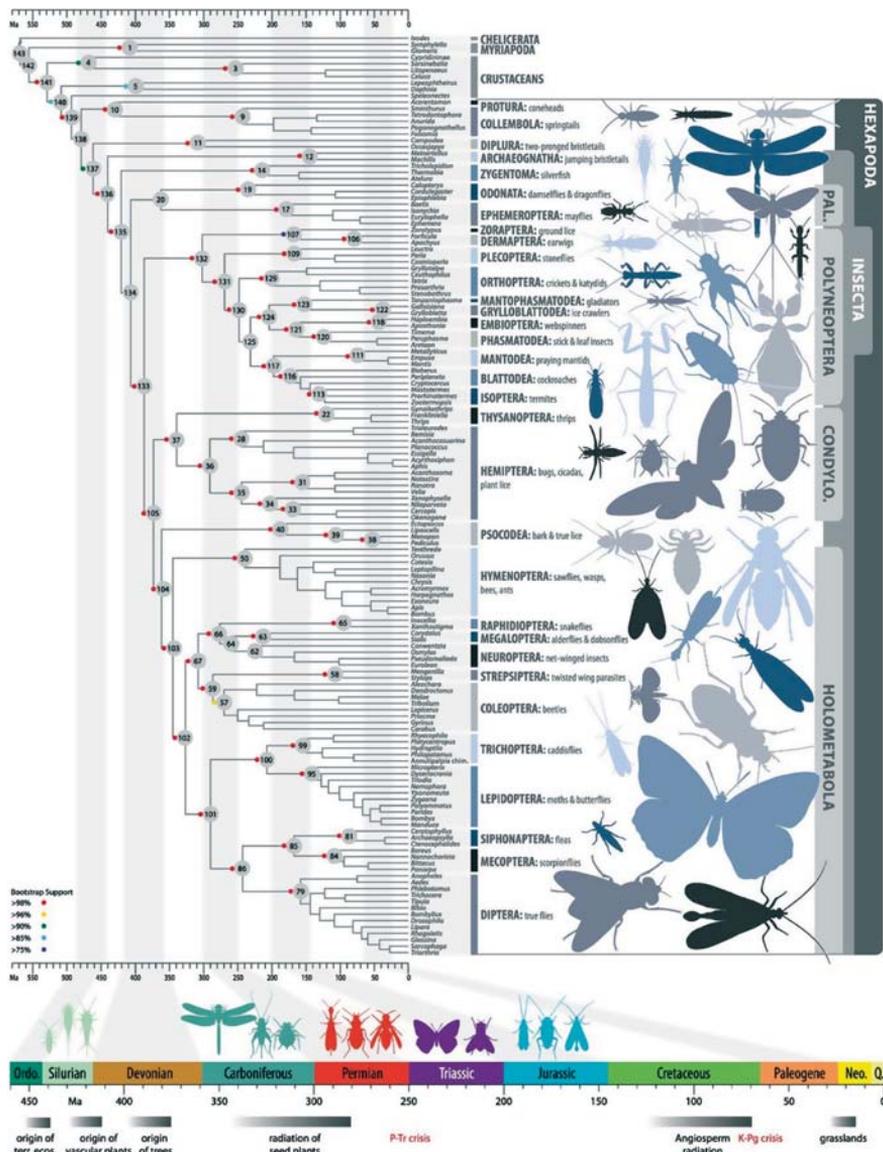
Evolusi serangga yang telah berlangsung sangat lama, menyebabkan keanekaragaman serangga yang begitu tinggi. Saat ini diketahui bahwa paling tidak terdapat 30 ordo serangga dengan berbagai variasinya serta akan masih dapat bertambah dengan ditemukannya serangga-serangga baru yang belum pernah dijumpai sebelumnya. Begitu banyak variasi pada serangga misal dalam ukuran, kecepatan terbang, jenis makanan, kemampuan melompat, dsb. Jumlah spesies juga bervariasi didalam setiap ordo serangga, dan diketahui bahwa jumlah spesies terbanyak berada dalam ordo coleoptera. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 10 dibawah ini.



**Gambar 10.** Variasi jumlah spesies dalam ordo serangga

([https://hugepdf.com/download/download-entomology-2013-mg-trainings-oregon-state-university-extension\\_pdf](https://hugepdf.com/download/download-entomology-2013-mg-trainings-oregon-state-university-extension_pdf))

Banyak rekonstruksi evolusi dan filogeni serangga yang ada saat ini yang bertujuan untuk memahami kehidupan serangga dengan lebih baik. Salah satunya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 11 mengenai waktu dan pola dari evolusi serangga.



Gambar 11. Waktu dan pola evolusi serangga (Misof *et al* (92+ authors). 2014)

### III. HIGHLIGHT PERJALANAN RISET PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA

Pengendalian Hayati adalah salah satu metode dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang memanfaatkan organisma lain atau bagian dari organisma lain untuk mengendalikan serangga hama. Penentuan serangga sebagai serangga hama adalah serangga yang jumlahnya melebihi ambang dan dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi; atau serangga vektor penyakit yang dengan jumlah satupun dapat menyebabkan terjadinya suatu penyakit.

Seperti telah disampaikan sebelumnya, PHT adalah cara pengendalian serangga hama yang harus diusahakan pada saat ini sebagai pengganti pembunuhan terhadap serangga hama. Mengerucut pada pengendalian secara hayati, berbagai organisma dapat dimanfaatkan dalam pengendalian serangga hama melalui mekanisme predator, parasitoid, atau patogen.

Predator adalah hewan, seperti mamalia, reptil, aves, amfibi, pisces, atau invertebrata lainnya termasuk juga serangga yang memangsa serangga hama; misalnya capung yang memangsa serangga hama lalat, walang sangit, atau nyamuk.

Parasitoid adalah serangga yang memanfaatkan serangga hama untuk perkembangan dan pertumbuhan hidupnya, sehingga serangga hama tersebut mati; misalnya *Hadronotus leptocorisae* (Hymenoptera) yang berkembang pada telur serangga hama padi *Leptocorisa acuta* (Hemiptera) (Anggraeni *et al.*, 2010).

Patogen, adalah organisma yang menyebabkan serangga hama menjadi sakit yang berlanjut pada kematian, misalnya jamur, virus, bakteri, atau nematoda. Khusus untuk yang disebut terakhir ini, yaitu patogen, sering juga disebut dengan istilah bioinsektisida karena penyebaran agen penyakit ini menggunakan berbagai mekanisme seperti yang digunakan pada penggunaan insektisida kimia.

Berikut adalah beberapa penelitian terkait dengan pengendalian hayati yang merupakan bagian dari PHT, yang dapat digunakan sebagai dasar sains untuk keberhasilannya di lapangan. Dasar sains yang dimaksud adalah: studi pengaruh agen hayati pada sistem imun serangga, studi pengaruh agen hayati pada fisiologi serangga, dan studi uji pengendalian hayati serangga hama.

### **3.1. STUDI PENGARUH AGEN HAYATI PADA SISTEM IMUN SERANGGA**

Seperti disampaikan sebelumnya, serangga adalah satu-satunya organisma yang tidak dapat dilawan oleh manusia sampai sekarang. Secara evolusi, serangga telah mengembangkan sistem imun tubuh yang efisien yang mampu mengatasi berbagai benda asing termasuk mikroorganisma yang masuk ke dalam tubuhnya.

Tidak seperti pada manusia yang memanfaatkan antibodi, sistem imun serangga diperantarai oleh adanya mekanisme fagositosis, enkapsulasi, dan pembentukan nodul yang diperantarai oleh hemosit atau sel darah yang disebut sistem imun seluler; serta mekanisme

profenoloksidase, antimikroba, dan lektin yang diperantarai oleh produk hemosit yang disebut sistem imun humoral. Sistem imun seluler dan sistem imun humoral secara bersama membentuk sistem pertahanan tubuh serangga.

Selain mengandung kurang-lebih 10% hemosit, hemolimf serangga juga mengandung kurang-lebih 90% plasma. Berperan tidak hanya pada sistem pertahanan tubuh, hemolimf juga bertanggungjawab pada perpindahan nutrien, garam, hormon, dan sisa metabolisme. Peran hemolimf yang lain adalah pengaturan hidrolis darah dan tekanan hidrostatik yang menyebabkan kontraksi otot saat penetasan, molting, pembesaran tubuh dan sayap setelah molting, pergerakan, atau reproduksi; serta pengaturan suhu tubuh.

Secara umum, hemosit serangga memiliki beberapa tipe yang jumlah tipenya juga tergantung dari spesiesnya yaitu berkisar antara 4 - 7 tipe, namun secara umum serangga memiliki 5 tipe sel yaitu: sel plasmatosit, sel granular, sel koagulosit, sel spherule, dan sel oenositoid.

Sel plasmatosit adalah tipe hemosit yang penting dalam reaksi imun seluler serangga dengan aktif memfagositosis dan terlibat dalam pembentukan kapsul / pembentukan nodul; jumlahnya berkisar antara 30-60% dari jumlah total hemosit serangga.

Sel granular adalah tipe hemosit yang tidak stabil dan mudah berdegranulasi sehingga menyebabkan terjadinya berbagai mekanisme imun, seperti aktivasi profenoloksidase menjadi fenoloksidase, serta penggumpalan plasma yang memungkinkan terjadinya pengenalan

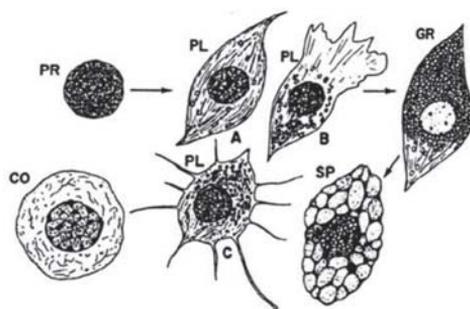
partikel asing yang masuk kedalam tubuh; jumlah maksimum mencapai 60% dari jumlah total hemosit serangga.

Sel koagulosit adalah tipe hemosit yang sangat tidak stabil dalam kondisi in vitro sehingga membentuk koagulasi; bila sel ini dijumpai pada suatu spesies serangga, jumlahnya berkisar antara 40-60% dari jumlah total hemosit serangga.

Sel spherul adalah tipe hemosit yang hanya hadir di beberapa spesies serangga dan fungsinya tidak terkait dengan sistem imun serangga; jumlahnya sangat kecil dan berkisar dibawah 5% dari jumlah total hemosit serangga.

Sel oenositoid adalah tipe hemosit dengan inti eksentris atau tidak di bagian tengah sel, yang mengandung profenoloksidase; jumlahnya sangat kecil yaitu antara 1-2% dari jumlah total hemosit serangga.

Ilustrasi dari tipe-tipe hemosit tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 12 dibawah ini, yang terdiri dari tipe sel plasmatosit, sel granular, sel koagulosit, sel spherule, dan sel oenositoid.



**Gambar 12.** Ilustrasi dari tipe-tipe sel darah serangga : PR = prohemosit; PL = sel plasmatosit; GR = sel granular; CO = sel koagulosit; SP = sel spherule (Franssens, 2006)

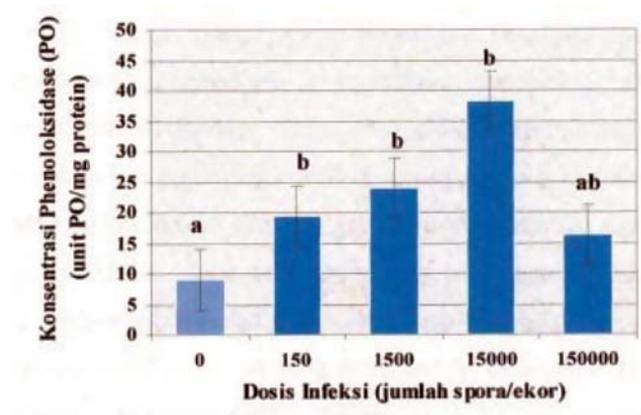
Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat kerjasama diantara tipe hemosit serangga, sebagai contoh, saat benda asing masuk ke dalam tubuh serangga, maka sel plasmatosit akan berperan untuk memfagositosis atau mengenkapsulasi benda asing tersebut. Peran plasmatosit tidak akan muncul bila lokasi benda asing tidak ditunjukkan oleh sel granular yang berperan sebagai penunjuk lokasi dengan cara mengeluarkan kandungan selnya yang mengandung profenoloksidase.

Hal tersebut juga jelas terlihat ketika pada pengamatan *in vitro*, setelah proses pemisahan tipe hemosit yang diuji perannya pada metoda monolayer sel dengan mendedahkannya pada bakteri (Anggraeni & Ratcliffe, 1991). Kerjasama diantara tipe sel, juga menunjukkan adanya kerjasama diantara sistem imun seluler dan sistem imun humoral. Sekitar 30 tahun kemudian, penelitian yang mirip, yang dilakukan oleh peneliti Jepang Toyo *et al.* (2020), juga menunjukkan bahwa sel plasmatosit dan sel granular akan bekerja sama dalam reaksi seluler fagositosis.

Penelitian lain terkait dengan sistem imun serangga yang dilakukan sebagai landasan pengendalian hayati, diantaranya adalah penggunaan patogen yang berperan sebagai bioinsektisida yang diteliti untuk diketahui pengaruhnya pada sistem imun serangga, misalnya pada larva *Bombyx mori* yang diinfeksi oleh *Bacillus thuringiensis*, dimana terlihat terjadi peningkatan enzim profenoloksidase, yaitu enzim yang berperan dalam sistem imun humoral (Soamole & Anggraeni, 1999). Hasil yang mirip juga terjadi pada serangga *Helicoverpa armigera* yang diinfeksi oleh *B.*

*thuringiensis* (Anggraeni & Safari. 2000).

Menggunakan serangga *Oxya japonica*, yaitu serangga hama yang bersifat polifag, yang diinfeksi jamur patogen *Metarhizium anisopliae*, diketahui bahwa dapat menyebabkan penurunan jumlah total sel hemosit secara nyata 12 jam setelah infeksi. Dari penelitian tersebut juga diketahui bahwa dosis infeksi tidak berpengaruh terhadap respon imun seluler, namun lamanya waktu infeksi berpengaruh terhadap imun seluler. Selanjutnya untuk respon imun humoral, diketahui bahwa infeksi jamur *M. anisopliae* dapat meningkatkan prosentase sel koagulosit yang berkorelasi dengan peningkatan enzim profenoloksidase (Anggraeni *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan kembali adanya keterkaitan antara sistem imun seluler dan sistem imun humoral dalam menghadapi serangan patogen. Gambar 13 menunjukkan peningkatan unit aktivitas fenoloksidase pada berbagai dosis infeksi *M. anisopliae* terhadap serangga *O. japonica*.



**Gambar 13.** Aktivitas fenoloksidase pada dosis yang berbeda setelah 2,5 jam infeksi *M. anisopliae* pada serangga *O. japonica*

Telah disampaikan sebelumnya, meskipun pengendalian serangga hama dengan menggunakan insektisida kimia sebagai mekanisme pengendalian terakhir dalam jumlah minimum, masih diperbolehkan dalam PHT, namun para ahli lingkungan telah menyampaikan kekhawatiran tentang dampak penggunaan insektisida kimia yang dinyatakan berkontribusi besar dalam mengganggu rantai dan jaring makanan serta kesehatan manusia karena terjadinya akumulasi insektisida di lingkungan.

Beberapa contoh akibat penggunaan insektisida kimia antara lain : berkurangnya serangga yang berperan sebagai polinator, sebagai agen pengendali serangga hama, sebagai komponen pendukung siklus materi, dan sebagainya, serta meningkatnya penyakit kanker, penyakit saraf, dan penyakit hati. Penggunaan insektisida yang berasal dari bahan alam perlu ditingkatkan dan untuk mendukung hal tersebut, perlu dilakukan penelitian yang dikaitkan dengan sistem imun serangga.

Penelitian terkait insektisida dari bahan alam tumbuhan yang kemudian dikombinasikan dengan patogen telah dilakukan. Hal ini tidak saja terkait dengan potensinya yang lebih efektif dalam mengendalikan serangga hama, tetapi juga respon yang diperlihatkannya terhadap sistem imun serangga, yang kemudian dipercaya akan mengurangi mekanisme resistensi. Resistensi itu sendiri adalah suatu mekanisme yang menyebabkan serangga hama semakin tahan terhadap pendedahan insektisida kimia.

Maulina dan Anggraeni (2014) menunjukkan bahwa kombinasi biopestisida ekstrak tanaman *Mirabilis jalapa* dengan bakteri *B. thuringiensis* menyebabkan perubahan pada jumlah sel darah serangga *Spodoptera litura*, sehingga mempengaruhi sistem imun serangga, namun tidak menyebabkan peningkatan jumlah kematian serangga dalam waktu 24 jam.

Perbedaan hasil terjadi, bila biopestisida ekstrak tanaman *M. Jalapa* dikombinasikan dengan jamur *M. anisopliae* pada serangga *S. exigua*, dimana hasil menunjukkan penurunan jumlah sel darah serta meningkatkan jumlah kematian serangga dalam waktu 48 jam (Suryani dan Anggraeni, 2014); selain juga diketahui bahwa terjadi penurunan protein imun lektin, yang terkait dengan sistem imun humoral (Anggraeni, 2016). Dari kedua penelitian tersebut, terlihat bahwa faktor serangga hama dan faktor patogen yang digunakan, akan mempengaruhi keberhasilan dalam pengendalian serangga hama.

### **3.2. STUDI PENGARUH AGEN HAYATI PADA FISILOGI SERANGGA**

Tidak seperti pada penggunaan insektisida kimia yang kematian serangga hama dapat langsung terjadi dan terlihat, pada penggunaan insektisida hayati, baik insektisida yang berasal dari ekstrak tumbuhan / tanaman atau yang berasal dari insektisida mikroba, kematian serangga hama memerlukan proses, bahkan mungkin baru terlihat pengaruhnya pada generasi turunannya. Hal ini yang menjadi alasan penggunaan agen hayati yang menjadi tidak populer.

Efektivitas insektisida hayati dalam membunuh serangga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, cahaya matahari, dan air hujan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan konsentrasi berupa penurunan konsentrasi insektisida hayati yang disebarkan di lapangan. Penelitian pengaruh secara fisiologi dari serangga yang diberi perlakuan konsentrasi sub-lethal insektisida hayati telah banyak dilakukan terhadap beberapa serangga, yang hasilnya kemudian dapat digunakan untuk menjadi acuan dalam penggunaan insektisida hayati.

Telah diuji pengaruh konsentrasi sub-lethal bakteri *B. thuringiensis* pada serangga hama *H. armigera*. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh induk, namun viabilitasnya telur menurun (Putra *et al.*, 2000).

Penelitian dengan menggunakan virus *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (*HaNPV*) dengan konsentrasi sub-lethal terhadap serangga *H. armigera* juga menunjukkan pengaruh yang mirip (Anggraeni dan Pawana, 2000). Lebih dari hal tersebut, penelitian lanjutan menunjukkan bahwa *H. armigera* memberikan respon pengurangan konsumsi makan dan pertumbuhan (Yayan *et al.*, 2004). Efek perbaikan terjadi, yaitu bila pendedahan *HaNPV* dihilangkan secara bertahap dari generasi ke generasi berikutnya dengan cara menurunkan konsentrasinya sampai dengan nol, maka pengaruh fisiologi yang awalnya telah teridentifikasi, akan hilang dan serangga akan kembali kepada kondisi kontrol (Yayan *et al.*, 2006).

Penelitian dengan menggunakan serangga hama lain yaitu *S. litura*, yang diinfeksi secara sub-lethal dengan patogen *Spodoptera litura* Multi-envelope Nuclear Polyhedrosis Virus (SIMNPV), juga memberikan pengaruh secara fisiologi yaitu penurunan berat larva, berat pupa, serta berat serangga dewasa *S.litura*, selain juga menurunkan produksi dan meningkatkan mortalitas telur (Kurnia *et al.*, 2002).

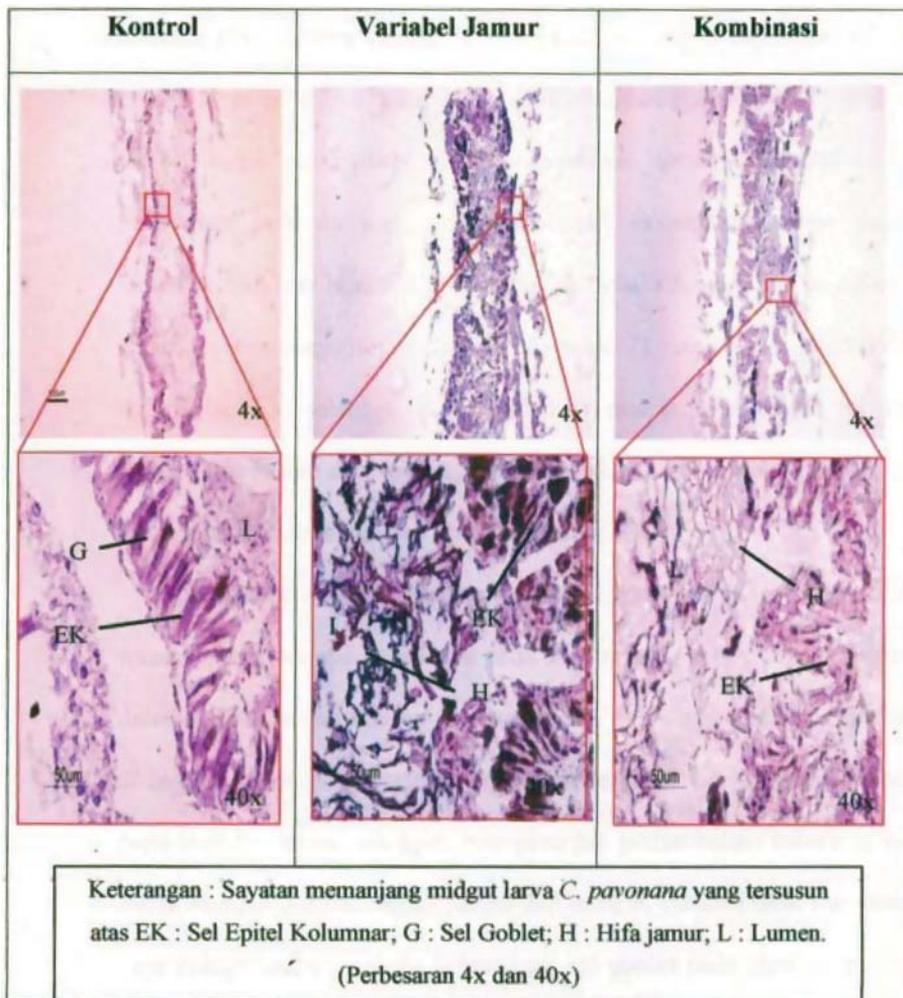
Selain dengan menggunakan patogen, penelitian terkait dengan bioinsektisida dari ekstrak tanaman / tumbuhan *M. jalapa* yang diekstrak dengan etanol dan diberikan pada serangga *S. exigua* dengan konsentrasi sub-lethal, menunjukkan pengaruhnya pada penurunan berat dan kecepatan tumbuh larva, peningkatan waktu pupasi, serta penurunan persentase pupa menjadi serangga dewasa (Prasetyo dan Anggraeni, 2006).

Penelitian lanjutan untuk melindungi tanaman sayuran *Brassica oleracea*, menunjukkan bahwa ekstrak *M. jalapa* yang diaplikasikan dengan cara pengolesan pada daun, dapat melindungi tanaman dan mencegah *S. exigua* untuk beroviposisi atau meletakkan telur, sehingga dapat mendukung program PHT (Anggraeni dan Prasetyo, 2010).

Selanjutnya untuk mengoptimalkan kondisi serangga yang secara fisiologi telah menurun, dengan menggunakan serangga *Crociodolomia pavonana* yang telah diberi ekstrak *M. jalapa* secara sub-lethal, serangga kemudian diberi perlakuan lanjutan dengan menginfeksi jamur *B. bassiana*. Diperoleh hasil, bahwa serangga yang sebelumnya telah diberi

ekstrak *M. jalapa* memberikan respon perkembangan miselium jamur pada tubuhnya yang lebih padat dibandingkan dengan serangga tanpa perlakuan ekstrak *M. jalapa* (Pramita dan Anggraeni, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi agen hayati dapat digunakan dalam pengendalian serangga hama. Kerusakan organ internal *C. pavonana* karena perlakuan kombinasi agen hayati tersebut dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini, dimana organ internal serangga menjadi rusak karena adanya desakan miselium jamur. Secara fisiologi, hal ini dapat mempengaruhi proses penyerapan makanan dan proses fisiologi lain yang terkait.

Penelitian untuk melindungi tanaman sayur *B. Oleracea* dengan dasar mengganggu fisiologi serangga juga dilakukan dengan memberikan ekstrak umbi *Dioscorea hispida* yang dioleskan pada daun kubis, dan hasilnya menunjukkan bahwa serangga hama *C. binotalis* menolak untuk melakukan oviposisi atau peletakkan telur pada daun. Hal ini terjadi karena, ekstrak *D. hispida* berperan sebagai repelen yang mengganggu sistem saraf dan memberi respon dengan penolakan (Anggraeni dan Rouli, 2015).



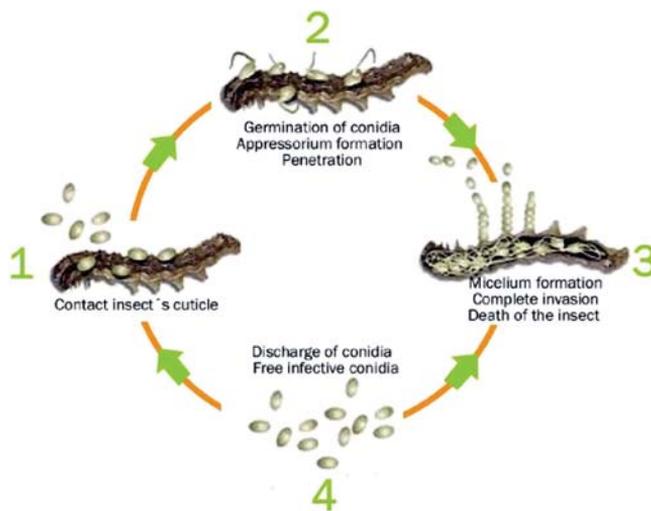
**Gambar 14.** Perbandingan kerusakan saluran pencernaan makanan serangga *C. pavonana* setelah 96 jam perlakuan

### 3.3. STUDI UJI PENGENDALIAN HAYATI SERANGGA HAMA

Untuk mengetahui kemampuan agen hayati dalam menurunkan populasi serangga, telah dilakukan berbagai penelitian antara lain untuk mengetahui jumlah kematian serta untuk mengetahui penyebab dari kematian tersebut.

Penelitian dengan menggunakan agen hayati jamur memperlihatkan bahwa kematian serangga dapat terjadi karena dua hal, yaitu karena adanya invasi miselium jamur ke dalam tubuh serangga dan merusak bagian internal serangga atau karena adanya deposit toksin jamur ke dalam tubuh serangga dan meracuni serangga.

Secara umum, mekanisme kerja agen hayati jamur diawali dengan adanya spora jamur yang terdeposit pada permukaan tubuh serangga yang akan bergerminasi dan dilanjutkan dengan pertumbuhan miselium yang mengarah masuk ke dalam tubuh serangga. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 15 dibawah ini.



**Gambar 15.** Mekanisme kerja agen hayati jamur pada serangga  
([https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-24733-1\\_11](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-24733-1_11))

Penelitian dengan menggunakan spora jamur *B. bassiana* yang diinfeksi pada larva serangga *Plutella xylostella* memperlihatkan bahwa kematian terjadi karena adanya kerusakan bagian internal

serangga (Hardiyanti dan Anggraeni, 2000). Demikian pula halnya ketika spora jamur *Paecilomyces fumosoroseus* diinfeksi pada serangga yang sama (Anggraeni *et al.*, 2002).

Penelitian dengan menggunakan serangga hemimetabola yang siklus hidupnya tidak melalui tahap pupa yaitu belalang *Oxya japonica*, memperlihatkan bahwa spora jamur *M. anisopliae* yang tumbuh di dalam tubuh serangga mengeluarkan racun, antara lain destruxin, yang juga menyebabkan kematian pada serangga, selain karena adanya invasi miselium di dalam tubuh dan menyebabkan kerusakan pada organ internal serangga (Melanie, *et al.*, 2008; Melanie *et al.*, 2017). Gambar 16 menunjukkan kondisi tubuh *O. japonica* yang mati karena pertumbuhan *M. anisopliae* pada tubuhnya, sedangkan Gambar 17 memperlihatkan kondisi internal *O. japonica* yang diinfeksi oleh miselium *M. anisopliae*.

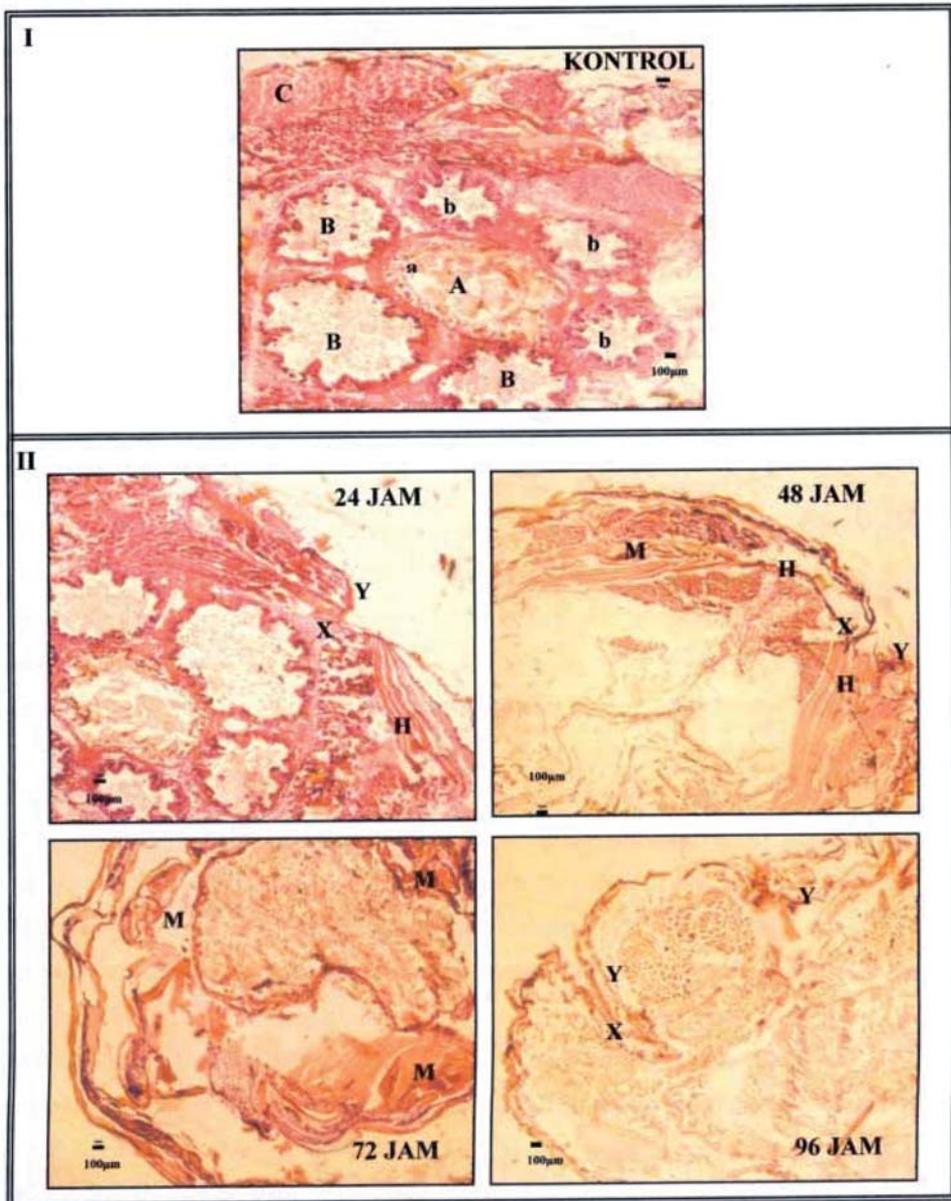
Kematian karena adanya toksin juga diperlihatkan ketika larva nyamuk *Aedes aegypti* diinfeksi oleh spora jamur *B. bassiana* yang disebar di air tempat hidupnya (Anggraeni *et al.*, 2011).



**Gambar 16.** Tubuh serangga *Oxya japonica* yang dipenuhi pertumbuhan jamur *Metarrhizium anisopliae*

Penelitian dengan menggunakan kombinasi agen hayati untuk meningkatkan efisiensi pengendalian serangga, menunjukkan bahwa pemberian perlakuan secara berurutan, dapat meningkatkan jumlah kematian. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada penelitian kombinasi ekstrak tanaman *M. jalapa* dan bakteri *B. thuringiensis* terhadap serangga *S. litura* (Maulina dan Anggraeni, 2014), demikian pula pada penelitian kombinasi ekstrak tanaman *M. jalapa* dan jamur *M. anisopliae* terhadap serangga *S. exigua* (Suryani dan Anggraeni, 2014; Suryani *et al.*, 2017).

Selain itu, Sirajuddin dan Anggraeni (2014), juga menunjukkan bahwa selain peningkatan jumlah kematian, terdapat perubahan karakter fisiologi dan histologi yang menjadi salah satu penyebab kematian serangga *C. pavonana* yang diinfeksi oleh kombinasi ekstrak tanaman *M. jalapa* dan jamur *B. bassiana*, dimana pertumbuhan miselium menjadi lebih padat (Pramita dan Anggraeni, 2015).



**Gambar 17.** Preparat hasil sayatan melintang toraks *O. japonica*, (I) Kontrol : Struktur jaringan internal dalam hemosol *O. japonica* : A. Rongga pencernaan (gut), a. Membran peritrofik. B. Rongga trakea, b. Rongga trakeoli. C. Jaringan otot.

(II) Preparat hasil sayatan jaringan *O. japonica* yang telah terinfeksi spora jamur *M. anisopliae* 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam pasca infeksi (X = daerah penetrasi spora, Y = degradasi kutikula akibat penetrasi spora, H = hifa, M = miselium).

#### IV. PENUTUP

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) didukung secara berturut-turut oleh pengendalian secara kultural, pengendalian secara fisik, pengendalian secara hayati, serta terakhir bila pengendalian belum tercapai, dapat digunakan pengendalian secara kimia menggunakan insektisida dengan jumlah yang kecil.

Pemahaman terhadap sistem imun serangga dan fisiologi serangga sangat penting untuk menjadi dasar pengetahuan ketika menggunakan agen pengendali hayati dalam program PHT. Serangga memiliki sistem imun yang efektif yang tidak seperti manusia yang diperantarai oleh antibodi, sistem imun serangga terdiri dari sistem imun seluler dan sistem imun humoral yang terdapat didalam hemolimf serangga. Seperti pada organisma lain, fisiologi serangga didukung oleh berbagai sistem organ yang tidak dapat berdiri sendiri, tetapi saling mempengaruhi, sehingga ketika satu sistem organ terganggu dapat juga terlihat pengaruhnya pada sistem organ yang lain.

Penggunaan organisma lain atau bagian dari organisma lain sebagai agen pengendali hayati, dapat mempengaruhi populasi serangga namun akan bervariasi hasilnya tergantung dari jenis agen pengendali hayati serta spesies serangga yang digunakan.

Tidak seperti penggunaan insektisida kimia yang dapat menyebabkan terjadinya mekanisme resistensi, resurgensi, peledakan hama sekunder, dan polusi; keberadaan agen pengendali hayati sangat

tergantung dari organisma target sehingga tidak menyebabkan terjadinya mekanisme resistensi, resurgensi, peledakan hama sekunder, dan polusi.

Ke depan, diharapkan manusia lebih bijaksana dalam mengendalikan serangga hama, yaitu dengan cara menggunakan prinsip PHT termasuk penggunaan agen pengendali hayati yang lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anggraeni, T. & Ratcliffe, N.A. 1989. Optimization of haemocyte separation and monolayer formation in *Galleria mellonella*. *Developmental and Comparative Immunology* 13, 364.
2. Anggraeni, T. & Ratcliffe, N.A. 1991. Studies on cell-cell co-operation during phagocytosis by purified haemocyte populations of wax moth, *Galleria mellonella*. *Journal of Insect Physiology* 37, 453-460. 1991.
3. Anggraeni, T. & Muhamad, S. 2000. Respon pertahanan diri *Helicoverpa armigera* yang diinfeksi insektisida *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Condor WP). ). Seminar Nasional Biologi XVI . Perhimpunan Biologi Indonesia. Bandung 25-27 Juli 2000.
4. Anggraeni, T. & Pawana, G. 2000. Pengaruh infeksi subletal HaNPV terhadap laju reproduksi serangga *Helicoverpa armigera*. *Jurnal Toksikologi Indonesia* Vol. 1 no. 3. 12-17.
5. Anggraeni, T., Niloperbowo, W. & Sanjaya, Y. 2001. Pengaruh pendedahan dan penghentian pendedahan HaNPV pada tingkat

toleransi serangga *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Biosfera* Vol. 18 (2) :

6. Anggraeni, T. & Muhamad, S. 2002. Respon pertahanan diri larva *Helicoverpa armigera* yang diinfeksi insektisida *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki (Condor Wp). Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI, Kampus ITB 2000, 169 - 171.
7. Anggraeni, T., Chaterina, S. & Permana, A.D. 2002. Potency of the microorganism fungi *Paecilomyces fumosoroseus* in controlling the cabbage insect pest *Plutella xylostella*. Oral Presentation in VII<sup>th</sup> European Congress of Entomology. October 7-13 - 2002, Thessaloniki Greece.
8. Anggraeni, T. & Kurnia, N. 2004. Respon imun larva *Helicoverpa armigera* Hubner psaca infeksi *HaNPV* pada program pengendalian biologis. Presentasi pada Seminar MIPA IV. Institut Teknologi Bandung. 6-7 Oktober 2004.
9. Anggraeni, T., Melanie, & Niloperbowo, W. 2008. Cellular and Humoral Immune Defenses of *Oxya japonica* (Orthoptera : Acridiidae) to Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae*. Presentasi pada International Conference on Mathematics and Natural Sciences. 28-30 Oktober 2008.
10. Anggraeni, T., Jamili, A. & Umrah. 2010. Perilaku dan Penentuan Oviposisi dari Parasitoid Telur *Hadronotus leptocorisae* (Hymenoptera) pada Telur Hama Bulir Padi *Leptocorisa acuta* (Hemiptera). *Biocelebes* Vol. 4 No. 2 pp. 76-80

11. Anggraeni, T., Prasetyo, D.B.& Yuliana, R. 2010. Effect of *Mirabillis jalapa's* extractions to the 3<sup>rd</sup> instar of *Spodoptera exigua* and their offsprings : A study to support IPM in *Brassica oleracea*. Poster pada International Conference ATBC. Bali 19-23 Juli 2010.
12. Anggraeni,T., Melanie & Putra, R.E. 2011. Cellular and Humoral Immune Defenses of *Oxya japonica* (Orthoptera: Acrididae) to Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae*. Entomological Research Vol 41, pp. 1-6
13. Anggraeni, T. 2011. Kerusakan anatomi sebagai penyebab kematian *Plutella xylostella* yang diinfeksi jamur *Paecilomyces fumosoroseus*. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.
14. Anggraeni, T., Wiriawan, A. & Umrah. 2011. Perbandingan Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) dalam Mengendalikan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus). Eukariot Vol. 9 No. 1 pp. 1-6
15. Anggraeni, T. & Rouli, H.C. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Umbi *Dioscorea hispida* (Dennst) pada Kualitas Daun *Brassica oleracea* (L.) dan pada Kehadiran *Crocidolomia binotalis* (Zeller) (Lepidoptera : Pyralidae) untuk Beroviposisi. Oral Presentasi Pada Seminar Nasional : Plant Protection Strategies to Improve the Competitiveness of Agricultural Products. Universitas Padjadjaran Jatinangor 26-28 November 2014. Prosiding Plant Protection Day 2015 (32) : 145-147.

16. Franssens, V. 2006. Study of two types of immune responses in insects: nodulation in the flesh fly, *Neobellieria bullata*, and prophenoloxidase activation in the desert locust, *Schistocerca gregaria*. Katholieke Universiteit Leuven Faculteit Wetenschappen Laboratorium Voor Ontwikkelingsfysiologie, Genomics en Proteomics.
17. Hardiyanti, D.W. & Anggraeni, T. 2000. Pengaruh infeksi entomopatogenik *Beauveria bassiana* terhadap kerusakan anatomi larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae). Seminar Nasional Biologi XVI . Perhimpunan Biologi Indonesia. Bandung 25-27 Juli 2000.
18. Jamili, A.& Anggraeni, T. 2006. Preference and Oviposition behaviour of egg parasitoid *Hadronotus leptocorisae* (Hymenoptera : Scelionidae) on *Leptocorisa acuta* (Hemiptera : Alydidae) eggs. Presentasi pada International Conference on Mathematics and Natural Sciences. ITB. 29 - 30 November 2006.
19. Kurnia, N., Anggraeni, T. & Laksanawati, A. 2000. Respons *Spodoptera litura* F. terhadap infeksi *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus. Seminar Nasional Biologi XVI. Perhimpunan Biologi Indonesia. Bandung 25-27 Juli 2000.
20. Kurnia, N., Anggraeni, T. & Laksanawati, A. 2002. Pengaruh infeksi *Spodoptera litura* Multi-envelope Nuclear Polyhedrosis Virus (SIMNPV) terhadap berat larva, pupa dan imago serta produksi dan mortalitas telur *Spodoptera litura* (F.)(Lepidoptera : Noctuidae).

Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI, Kampus ITB 2000, 158 - 162.

21. Maulina, D. & Anggraeni, T. 2014. The Effect of The Combination of Two Biological Control Agents, *Mirabilis jalapa* and *Bacillus thuringiensis*, to *Spodoptera litura*'s Immune Respons and Their Mortality. Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 316 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868809>
22. Melanie, Anggraeni, T. & Niloperbowo, W. 2008. The Infection Effect of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* to the Mortality of *Oxya japonica* (Orthoptera : Acrididae). Poster pada International Conference on Mathematics and Natural Sciences. 28-30 Oktober 2008.
23. Melanie, Kasmara, H. & Anggraeni, A. 2011. Profil hemocyt *Oxya japonica* (Orthoptera: Acrididae) yang terinfeksi jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.
24. Melanie, Anggraeni, T., Niloperbowo, W. & Ratningsih, N. 2017. Fungal Pathogenicity and Profile Cuticle Damage Caused bay Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* Infection Against to *Oxya japonica* (Orthoptera : Acrididae). The 6<sup>th</sup> International Synposium for Sustainable Humanosphere. Humanosphere Sciece

School. 15-16 November 2016. Bogor, Indonesia. Prosiding.

25. Misof *et al* (92+ authors). 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science* 346 (6210), pp 763-767.
26. Pawana, G., Anggraeni, T. & A Laksanawati H.D. 2000. Tanggapan *Helicoverpa armigera* terhadap infeksi Nuclear Polyhedrosis Virus dan dampaknya terhadap laju reproduksi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol.6 No.2. 101 - 111.
27. Pramita, M. & Anggraeni, T. 2015. The Effect of *Mirabilis jalapa* Leaves Biopesticide Treatment on the Mycelium Growth of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* Inside the Larvae Body *Crocidolomia pavonana*. Poster in 5<sup>th</sup> International Conference on Mathematics and Natural Sciences 2014. Institut Teknologi Bandung. 2-3 November 2014. AIP Conf. Proc. 1677, 090010 (2015).
28. Prasetyo, D.B. & Anggraeni, T. 2006. The effect of *Mirabilis jalapa*'s leaf ethanolic extract to feed intake, weight gain, growth rate, time to pupation and percentage of emergence to adult of *Spodoptera exigua* Hubner. Poster pada International Conference on Mathematics and Natural Sciences. 29-30 November 2006.
29. Putra, R.E., Anggraeni, T. & Ahmad, I. 2000. Pengaruh konsentrasi subletal insektisida bakteri *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki terhadap jumlah dan viabilitas telur *Helicoverpa armigera* Hubner. Seminar Nasional Biologi XVI. Perhimpunan Biologi Indonesia. Bandung 25-27 Juli 2000.

30. Putra, R.E., Anggraeni, T. & Intan Ahmad. 2002. Pengaruh konsentrasi subletal insektisida bakteri *Bacillus thuringiensis* VAR. kurstaki terhadap jumlah telur dan viabilitas telur *Helicoverpa armigera* Hubner. Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI, Kampus ITB 2000, 163-168.
31. Sanjaya, Y., Niloperbowo, W. & Anggraeni, T. 2004. Konsumsi makan dan pertumbuhan larva *Helicoverpa armigera* toleran terhadap pemaparan *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV). *Jurnal Matematika dan Sains* No 4 Desember 2004. 295-300.
32. Sanjaya, Y., Niloperbowo, W., Anggraeni, T. & Susanto, A. 2006. Penghentian pendedahan HaNPV terhadap *Helicoverpa armigera* Hubner. *Bionatura* Vol.8 No.1 pp. 12-23.
33. Sirajuddin, N.T. & Anggraeni, T. 2014. The Effect of Leaf Biopesticide (*Mirabilis jalapa*) and Entomopathogenic Fungi (*Beauveria bassiana*) Combinations to Some Physiological Characters and Anatomical Histology of *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 308 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868807>
34. Soamole, D.C. & Anggraeni, T. 1999. Aktivitas Enzim Prophenoloxidase pada Hemolimf Larva *Bombyx mori* L yang Diinfeksi dengan *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki (Condor WP).

Prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Symposium Entomologi.

35. Suryani, A. I. & Anggraeni, T. 2014. The Effect of Leaf Biopesticide *Mirabilis jalapa* and Fungi *Metarhizium anisopliae* to Immune Response and Mortality of *Spodoptera exigua* Instar IV. Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 312 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868808>
36. Suryani, A.I & Anggraeni, T. 2015. Pengaruh Ekstrak *Mirabilis jalapa* Terhadap Jumlah Hemosit Larva *Spodoptera exigua*. *Chemica* Vol 16, No 2 pp. 45-48
37. Suryani, A.I., Hariani, N., Anggraeni, T., Dini, I. & Fudhail, A. 2017. Combination Intervals Effects of *Mirabilis jalapa* Bioinsecticide and *Metarhizium anisopliae* Entomopathogen Fungi Against *Spodoptera exigua* Larvae. *International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR)* Vol 2 (10). 42-44.
38. Tojo, S., Naganuma, F., Arakawa, K. & Yokoo, S.. 2000. Involvement of both granular cells and plasmatocytes in phagocytic reactions in the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Journal of Insect Physiology* 46 (2000) 1129-1135
39. Anonim. Biological Methods of IPM (integrated Pest Management) <https://agriculturistmusa.com/biological-methods-of-ipm/>
40. Anonim. Carlsberg Foundation. 2016.

<https://www.carlsbergfondet.dk/en/Forskningsaktiviteter/Research-Projects/Internationalisation-Fellowships/Beetle-Hormones-Creates-Eco-friendly-Pest-Control>

41. Anonim. North Carolina Extension Gardener Hand Book.

<https://content.ces.ncsu.edu/extension-gardener-handbook/4-insects>

## UCAPAN TERIMAKASIH

*Dengan bersyukur dan mengucap Alhamdulillah, terimakasih ya Allah atas segala-galanya, semoga hamba dapat mengemban amanah ini sesuai dengan yang Engkau harapkan.*

*Aamiin yaa Rabbal'aalamiin.*

Ucapan terimakasih yang tidak terhingga penulis sampaikan kepada almarhum bapak, Sidharto Pramoetadi, dan kepada ibu, Soetresijah, serta keluarga besar, yang selalu menyertai dan memberi support hingga penulis sampai pada titik ini.

Untuk Ratri, Bangkit, Khaila, Prinka, Chandra, Sena, Azalia; kalian adalah permata yang penuh pengertian, thankyou dear.

Terimakasih sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Soelaksono Sastrodihardjo (alm.) yang telah mengenalkan dan memberi dasar ilmu tentang serangga; juga terimakasih kepada rekan-rekan dari Kelompok Keilmuan Fisiologi, Perkembangan Hewan, dan Sains Biomedik, ibu dan bapak : Ahmad Ridwan, Anggraini Barlian, Ayda Trisnawati Yusuf, Indra

Wibowo, Lulu Lusianti Fitri, Marselina Irasonia Tan, Noviana, Shanty Kusumawardhani, Sony Heru Sumarsono, Wardono Niloperbowo; untuk kebersamaan yang tulus dalam menjalankan Tridharma.

Terimakasih kepada pimpinan SITH, Dr. Endah Sulistyawati, Dr. Indra Wibowo, Dr. Angga Dwiartama; serta kepada rekan-rekan senior, sebaya, dan yunior Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati yang berada dalam Kelompok Keilmuan: Agroteknologi dan Teknologi Bioproduk, Bioteknologi Mikroba, Ekologi, Genetika dan Biologi Molekular, Manajemen Sumber Daya Hayati, Sains dan Bioteknologi Tumbuhan, serta Teknologi Kehutanan; atas dukungan dan kerjasamanya.

Terimakasih juga dihaturkan kepada seluruh guru-guru yang telah membentuk diri saya sejak SD Prof. Dr. Moestopo, SMPN II Bandung, SMAN I Bandung, Jurusan Biologi ITB, UC of Swansea UK, serta rekan kerja di ITB selama ini yang tidak dapat disebut satu persatu.

Terimakasih kepada Pimpinan ITB dan Forum Guru Besar ITB yang telah mempercayai dan memberi kesempatan kepada saya untuk menyampaikan tulisan dan orasi ilmiah ini di Aula Barat ITB.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah diberikan dengan balasan kebaikan yang berlipat.

## CURRICULUM VITAE



Nama : **TJANDRA ANGGRAENI**  
Tmpt. & Tgl. Lhr : Bandung, 2 Oktober 1961  
Kel. Keahlian : Fisiologi, Perkembangan  
Hewan, dan Sains Biomedik  
Alamat Kantor : Jl. Ganesa 10 Bandung

Nama Anak :

- Ratri V. Widyasari
- Prinka V. Widyasanti
- Yudhistira A. Widyasena

Nama Menantu :

- Bangkit A. Fadhillah
- Chandra G. Aulia

Nama Cucu :

- Khaila D. Fadhillah

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- SD Prof. Dr. Moestopo, Bandung, 1973
- SMP Negeri II, Bandung, 1976
- SMA Negeri I, Bandung, 1980
- Sarjana Biologi, FMIPA, ITB, Bandung, 1985
- Ph.D, University College of Swansea, Swansea, UK, 1991

## RIWAYAT KERJA DI ITB

- Bendahara Departemen Biologi FMIPA ITB, 1995-1998
- Ketua Laboratorium Entomologi Dept. Biologi FMIPA ITB, 1997-2001
- Sekretaris Departemen Biologi FMIPA – ITB, 1999-2001
- Ketua Urusan Pendidikan S1 Departemen Biologi FMIPA ITB, 2001-2002
- Koordinator Pelaksana Ujian Masuk FSRD ITB, 2002
- Ketua Bidang Ilmu Fisiologi Departemen Biologi FMIPA ITB, 2003-2006
- Ketua Panitia Pelaksana Ujian Masuk FSRD ITB, 2003
- Anggota Komisi Program Pascasarjana Departemen di lingkungan FMIPA ITB, 2003-2006
- Anggota Majelis Departemen Biologi FMIPA ITB, 2003-2004
- Koordinator Urusan Pendidikan S3 Departemen Biologi FMIPA ITB, 2003-2006
- Ketua Tim Pendaftaran Peserta USM & Mahasiswa Baru ITB, 2004
- Sekretaris Komisi Pascasarjana Departemen Biologi FMIPA ITB, 2004-2006
- Wakil Dekan bidang Akademik SITH ITB, 2006-2010
- Ketua Kelompok Keilmuan Fisiologi, Biologi Perkembangan, dan Biomedik, 2011-2012
- Ketua Kelompok Keilmuan Fisiologi, Perkembangan Hewan, dan Sains Biomedika, 2012-2015
- Sekretaris Senat SITH, 2012-2015

- Anggota Senat Akademik ITB, 2014-2015
- Wakil Dekan bidang Akademik SITH ITB, 2015-2020
- Plt. Wakil Dekan bidang Akademik SBMITB, 2022-sekarang

## RIWAYAT KEGIATAN DI INSTITUSI LAIN

- Reviewer Program-Program Hibah untuk Pengembangan Institusi, Dikti, 2002-sekarang
- Wakil Ketua II Perhimpunan Entomologi Indonesia cabang Bandung, 2011-2014
- Tim Komisi Pestisida Kementerian Pertanian, 2016-sekarang
- Asesor BAN PT, 2019-sekarang

## RIWAYAT DALAM ORGANISASI PROFESI

- Perhimpunan Biologi Nasional
- Association for Tropical Biology and Conservation
- Perhimpunan Entomologi Indonesia

## KEGIATAN PENELITIAN

- Jamur entomopatogenik sebagai insektisida, 1993, Peneliti Utama, PAU Ilmu Hayati
- Pemanfaatan rumput laut sebagai sumber alginat untuk industri tekstil, 1994-1996, Peneliti Utama, RUT II
- Studi enzim prophenoloxidase pada *Bombyx mori*, 1995, Peneliti Utama, PAU Ilmu Hayati
- Pengendalian lalat buah (*Carambolae fruit fly*), 1995, Anggota, Asahi Glass Foundatio

- Studi feromon seks pada serangga penggerek batang, Anggota, Hibah Bersaing II
- Studi korelasi antara patogen makanan dan sanitasi di lingkungan ITB, 1997, DIK-ITB
- Perbaikan kualitas kokon dari ulat sutera, *Bombyx mori* dengan perlakuan Thyroxine dan JH analogue, 1998-1999, Anggota, Hibah Bersaing VII
- Penyebaran informasi : Serangga berguna, 1999, Peneliti Utama, LPMITB
- Penyebaran informasi : Pengelolaan serangga Hama, 1999, Peneliti Utama, LPMITB
- Autodiseminasi dari *Spodoptera exigua* NPV dengan menggunakan feromon, 1999-2000, Anggota, Hibah Bersaing VIII
- Penggunaan entomopatogen untuk meningkatkan program pengendalian biologis, 1999-2000, Peneliti Utama, QUE Project
- Penggunaan entomopatogen sebagai agensia pengendali biologis untuk menekan serangga hama di Soreang - Bandung, 2000, Peneliti Utama, LPMITB
- Isolasi dan identifikasi mikroba entomopatogen pada *Plutella xylostella* dan *Crociodomia binotalis*, 2001, Anggota, QUE Project
- Peningkatan produksi dan mutu industry jamur melalui pengelolaan terpadu, 2001, Anggota, Semi-QUE III
- Uji perubahan sistem pertahanan tubuh serangga untukantisipasi mekanisme resistensi serangga hama pertanian terhadap agensia mikroorganisma pada program pengendalian biologis, 2002-2004, Peneliti Utama, Hibah Bersaing X

- Peningkatan keanekaragaman hayati predator dengan teknologi aplikasi bahan alami toksin domestik mendukung program sayuran bersih, 2002-2004, Peneliti Utama, Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif/PAATP
- Peningkatan keanekaragaman hayati predator dengan teknologi aplikasi bahan alami toksin domestik mendukung program sayuran jamur bebas pestisida, 2004-2005, Peneliti Utama, Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif/PAATP
- Penghambatan enkapsulasi pradewasa parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron)(Hymenoptera : Ichneumonidae) oleh larva *Helicoverpa armigera* L. dengan ekstrak biji *Aglaia harmsiana* Perkins (meliaceae) dalam upaya program pengendalian biologis, 2007-2008, Peneliti Utama, Hibah Bersaing XV
- Rekayasa protein dan energy pakan untuk meningkatkan status nutrisi induk lobster air tawar (LAT) capit merah (*Cherax quadricarinatus*) dan respon reproduksinya, 2009, Peneliti Utama, Program Hibah Strategis Nasional
- Pengendalian Hama Terpadu : Kombinasi 2 Agen Pengendali Biologi dengan Pendekatan Sistem Imun Serangga untuk Mencegah terjadinya Resistensi Serangga, 2012, Peneliti Utama, Program Riset dan Inovasi KKITB
- Integrated Pest Management : Effects of Plant Biopesticides and Entomopathogenic Fungi Combinations to Insect Pest Anatomy Damage and Their Immune Proteins Content, 2013, Peneliti Utama, Asahi Glass Foundation
- Strategi Pengembangan Bahan Ekstrak Propolis sebagai Sumber Penting Penemuan Obat Terbaru, 2015, Peneliti Utama, Program

## Riset Unggulan Perguruan Tinggi Dikti

- Identifikasi Sistem Komunikasi Biokimia antara Serangga Vektor Penyakit Darah dengan Tanaman Pisang Kepok untuk Program Pengembangan Pengendalian Penyakit Darah pada Tanaman Pisang, 2015, Peneliti Utama, Program Insentif Riset Sinas
- Mempercepat kematangan gonad induk udang windu dengan pemberian ekstrak etanol karamunting (*Melastoma malabathrium*), 2015, Anggota Peneliti, Program Riset dan Inovasi KK ITB
- Potensi seledri (*Apium graveolens*) sebagai anti-atherogenik pada tikus putih hiperlipidemia: Analisis struktur, Fisiologi dan Molekuler, 2016, Peneliti Utama, Riset Dikti
- Control Of Banana Blood Disease Spreading In Indonesia By Cutting Off The Communication Between The Insect Vector Of Blood Disease Bacterium (Bdb) And The Banana Plant, 2016, KLN Riset Dikti
- Strategi Pengembangan Bahan Ekstrak Propolis Sebagai Sumber Penting Penemuan Obat Terbaru, 2016, Peneliti Utama, Riset Dikti
- Uji efektivitas minyak atsiri Sereh Wangi dan Jahe sebagai *Repellent* terhadap *Musca domestica* dan *Drosophila melanogaster* secara in situ, 2017, Peneliti Utama, P3MI ITB
- Identifikasi dan Profil Mikrobiota Usus pada Serangga Dominan Perbungaan Pisang Terjangkit *Blood Disease*, 2018, Peneliti Utama, P3MI
- New Southbound Policy on Dengue Fever Prevention and Cooperation Program, 2018-2021, Anggota Peneliti, Research Collaboration : NCHU (Taiwan) and ITB (Indonesia)

- Profil sukseksi serangga pada hewan yang mati karena keracunan obat atau makanan sebagai model penggunaan serangga untuk kepentingan forensic, 2019, Peneliti Utama, P3MI
- Support Program on Dengue Fever Prevention and Cooperation Program, 2019, Peneliti Utama, WCU ITB
- Terkait Internet of Things Pemantauan, Pendeteksian, Analisis, dan Pengontrolan Wabah Dengue, 2019-2022, Anggota Peneliti, Riset Inovatif Produktif (RISPRO) – LPDP
- Spesies, Sukseksi, dan Kandungan Gut Serangga Pemakan Bangkai Kelinci Keracunan Herbisida dan Insektisida sebagai Model Penggunaan Serangga untuk Kepentingan Forensik, 2020, Peneliti Utama, P3MI ITB
- Pengaruh variasi pakan pada sistem imun *Hermetia illucens* dan keturunannya (Effect of dietary variations on the immune systems of *Hermetia illucens* and their offspring), 2021, Peneliti Utama, PPMI
- Studi Multipel Resistensi Insektisida pada Beberapa Spesies Anopheles di Kabupaten Sumba Barat sebagai Strategi Pengendalian Malaria Efektif, 2022, Peneliti Utama, PPMI

## PENGHARGAAN

- Satyalancana Karya Satya X Tahun - 2003
- Satyalancana Karya Satya XX Tahun - 2007
- Sertifikat pendidik no 091104904066 Depdiknas – 2009
- Penghargaan Pengabdian dari Rektor ITB - 2011
- Penghargaan ITB 25 Tahun 2011

- Satyalancana Karya Satya XXX Tahun - 2018
- Penghargaan Institut Teknologi Bandung dalam Rangka Kegiatan Dies ITB ke 61 Bidang Pengembangan Institusi tahun 2020.

### **PUBLIKASI (10 TAHUN TERAKHIR)**

- **Tjandra Anggraeni**, Melanie, Ramadhani Eka Putra. 2011. Cellular and Humoral Immune Defenses of *Oxya japonica* (Orthoptera: Acrididae) to Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae*. *Entomological Research* Vol 41, pp. 1-6
- **Tjandra Anggraeni** 2011. Kerusakan anatomi sebagai penyebab kematian *Plutella xylostella* yang diinfeksi jamur *Paecilomyces fumosoroseus*. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.
- Didot Budi Prasetyo, **Tjandra Anggraeni**, Tuno Nobuko. 2011. Faktor Lingkungan yang Berasosiasi dengan Distribusi Temporal Larva Culex dan Anopheles pada Area Pesawahan Organik di Kota Kaga, Jepang. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.
- **Tjandra Anggraeni**. Pengaruh biopestisida *Aglaia harmsiana* dan parasitoid *Eriborus argenteopilosus* terhadap profil imun seluler dan humoral larva *Helicoverpa armigera*. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.
- Melanie, Hikmat Kasmara, **Tjandra Anggraeni**. 2011. Profil hemocyt *Oxya japonica* (Orthoptera: Acrididae) yang terinfeksi

jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae*. Prosiding pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. Bandung 16-17 Februari 2011.

- **Tjandra Anggraeni**, Andy Wiriawan, Umrah. 2011. Perbandingan Efektivitas Jamur *Beauveria bassiana* (Balsamo) dan *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) dalam Mengendalikan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus). *Eukariot* Vol. 9 No. 1 pp. 1-6
- A Jamili, **T Anggraeni**. 2012. Sex ratio parasitoid telur *Hadronotus leptocorisae* (Hymenoptera: Scelionidae) pada telur *Leptocorisa acuta* (Hemiptera: Alydidae) muda dan dewasa. *J. Agroteksos* 22 (1), 43-47
- **Tjandra Anggraeni**, Suci Rahayu, Intan Ahmad, Rizkita Rachmi Esyanti, and Ramadhani Eka Putra. 2013. Resources Partitioning and Different Foraging Behavior could maintained coexistence of *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Tripidae) and *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) On Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq) flower. *Journal of Entomology and Nematology*. August 2013; 5(5) pages 59-63.
- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono, Tri Rima Setyawati. Fertilisasi dan perkembangan Larva Cacing Bipah Pendek *Namalycastis abiuma* (Polychaeta: Nereididae) sebagai Landasan Informasi Dalam Upaya Budidaya. Seminar Nasional Perikanan dan Ilmu Kelautan X. UGM, Yogyakarta. 31 Agustus 2013.
- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono, Tri Rima Setyawati. Early Ontogenesis of Small Nypa Palm Worm *Namalycastis abiuma* (Polychaeta: Nereididae). *International*

Symposium on Biodiversity of Indonesia . Unsoed, Purwokerto.  
30 Agustus- 1 September 2013.

- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono. Perbandingan Karakteristik Morfologi Dua Spesies Cacing Nipah *Namalycastis* pada tahap Maturasi. Seminar Nasional Biologi ke-15. Unsoed, Purwokerto. 30 Agustus- 1 September 2013.
- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono. Early Development of Nypa Palm Worm *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereidae) : Biological Perspective of Mass Production. International Seminar on Tropical Bioresources for Sustainable Bioindustry. ITB. Bandung. 2013.
- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridawan, Edy Yuwono. 2014. The Maturity of Nypa Palm Worm *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereididae). Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 320 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868810>
- Dina Maulina and **Tjandra Anggraeni**. 2014. The Effect of The Combination of Two Biological Control Agents, *Mirabilis jalapa* and *Bacillus thuringiensis*, to *Spodoptera litura*'s Immune Respons and Their Mortality. Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 316 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868809>
- A. Irma Suryani and **Tjandra Anggraeni**. 2014. The Effect of Leaf Biopesticide *Mirabilis jalapa* and Fungi *Metarhizium anisopliae* to Immune Response and Mortality of *Spodoptera exigua* Instar IV.

Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 312 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868808>

- Nur Tasmiah Sirajuddin and **Tjandra Anggraeni**. 2014. The Effect of Leaf Biopesticide (*Mirabilis jalapa*) and Entomopathogenic Fungi (*Beauveria bassiana*) Combinations to Some Physiological Characters and Anatomical Histology of *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Fourth International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2012, ITB, Bandung, Indonesia, 8-9 November 2012. ITB Bandung. AIP Conf. Proc. 1589, 308 (2014); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4868807>
- **Tjandra Anggraeni**, Umrah, Rizkita R Esyanti & I Nyoman P Aryantha. Promoting *Dolichoderus thoracicus* as an agent to disperse *Trichoderma* sp, a fungi that control the black pod disease, in Center of Sulawesi - Indonesia. *Journal of Mathematic and Fundamental Sciences*. Vol. 46 / No. 1 pp. 41-49 / 2014.
- Sutrisno, C.L., **Anggraeni, T.**, & Suhandono, S. Nucleotide Sequence Analysis of Gene Overdrive (ovd) in *Drosophila melanogaster* Gamma Rays Irradiated. Presentation in International Agricultural Congress 2014. University Putra Malaysia. 25-27 November 2014. Proceedings International Agriculture Congress 2014 : 280-284.
- **Anggraeni, T.** Integrated Pest Management: Effects of Plant Bioinsecticides and Entomopathogenic Fungi Combinations to Insect Pest Anatomy Damage and Their Immune Proteins Content. Presented at Grant Ceremony & seminar on Research

Findings Assisted by The Asahi Glass Foundation, 20 August 2014, ITB.

- Suryani, A.i & **Tjandra Anggraeni**. 2015. Pengaruh Ekstrak *Mirabilis jalapa* Terhadap Jumlah Hemosit Larva *Spodoptera exigua*. *Chemica* Vol 16, No 2 pp. 45-48
- **Tjandra Anggraeni** & Hanna C. Rouli. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Umbi *Dioscorea hispida* (Dennst) pada Kualitas Daun *Brassica oleracea* (L.) dan pada Kehadiran *Crocidolomia binotalis* (Zeller) (Lepidoptera : Pyralidae) untuk Beroviposisi. Oral Presentasi Pada Seminar Nasional : Plant Protection Strategies to Improve the Competitiveness of Agricultural Products. Universitas Padjadjaran Jatinangor 26-28 November 2014. Prosiding Plant Protection Day 2015 (32): 145-147.
- Pramita, M. & **Tjandra Anggraeni**. 2015. The Effect of *Mirabilis jalapa* Leaves Biopesticide Treatment on the Mycelium Growth of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* Inside the Larvae Body *Crocidolomia pavonana*. Poster in 5<sup>th</sup> International Conference on Mathematics and Natural Sciences 2014. Institut Teknologi Bandung. 2-3 November 2014. AIP Conf. Proc. 1677, 090010 (2015); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930755>.
- Safira, N. & Tjandra Anggraeni. 2015. Determination of Lead Concentration in Forager Stingless Bees *Trigona* sp. (Hymenoptera : Apidae) and Propolis at Cilutung and Maribaya, West Java. Poster in 5<sup>th</sup> International Conference on Mathematics and Natural Sciences 2014. Institut Teknologi Bandung. 2-3 November 2014. AIP Conf. Proc. 1677, 090011 (2015); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930756>.

- Aulia Azh Zahra, Masriany, Lilis Setiasih, **Tjandra Anggraeni**. 2015. A Number of determining factors in diversity of inflorescence-visiting insects of pisang nagka (*Musa paradisiaca*) in Subang, West Java. Poster Presentation in International Conference on Biological Science 2015. Faculty of Biology. Universitas Gajah Mada. 18-19 September 2015.
- Masriany, **Tjandra Anggraeni**, Fenny M Dwivany. 2015. Dinamika Populasi Serangga Drosophilidae pada Beberapa Kultivar Tanaman Pisang. Oral Presentation pada Kongres IX dan Seminar Nasional. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Malang 1-3 Oktober 2015.
- Masriany, **Tjandra Anggraeni**, Fenny M Dwivany. 2015. Alternative methods of screening banana flower insects visitors as vector candidate for banana blood disease. Oral Presentation in 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security. Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java. 12-13 October 2015.
- Maria M Bay, Fitralisan, Masriany, **Tjandra Anggraeni**. 2015. Uji Keberadaan Penyebab Penyakit Darah pada Tubuh Beberapa Serangga Pengunjung Bunga Pisang di Daerah Cigadung, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota PEI Cabang Bandung. Bandung 15 Oktober 2015. Halaman 151-156.
- Masriany, Fenny M Dwivany, **Tjandra Anggraeni**. 2015. Pola Aktivitas Harian Vespidae (Hymenoptera) pada Tanaman Pisang. Presentasi Oral pada Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota PEI Cabang Bandung. Bandung 15 Oktober 2015.
- Aulia Azh Zahra, Masriany, Lilis Setiasih, **Tjandra Anggraeni**.

2015. Formicidae sebagai Serangga Pengunjung Perbungaan Pisang. Prosiding Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota PEI Cabang Bandung. Bandung 15 Oktober 2015. Halaman 45 – 50.
- Fitralisan, Wahiba Ruslan, Mihwan Sataral, Fahri, **Tjandra Anggraeni**. 2015. Kelimpahan Lebah Penyerbuk *Apis cerana* dan *Trigona* sp. (hymenoptera : Apidae) pada Tanaman *Brassica rapa* dan Hubungannya dengan Faktor Lingkungan. Presentasi Oral pada Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota PEI Cabang Bandung. Bandung 15 Oktober 2015.
  - Sri Yusmalinar, Kustiati, Intan Ahmad, **Tjandra Anggraeni**. 2015 Status Resistensi Beberapa Strain Lalat Rumah *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) terhadap Insektisida Imidakloprid dan Permetrin. Presentasi Oral pada Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota PEI Cabang Bandung. Bandung 15 Oktober 2015.
  - Ahmad Ridwan, Awaludin, **Tjandra Anggraeni**. 2015. Gonadal Maturity Induction using Karamunting (*Melastoma malabathricum*) Ethanol extract on White Shrimp Female (*Litopenaeus vannamei*). Proceeding on 6<sup>th</sup> International Conference on Global Resource Conservation. Malang 30 November 2015. P 69-74.
  - **Tjandra Anggraeni**. 2016. Immune Protein of The Insect Pest *Crociodolomia pavonana*, Previously Treated with *Mirabilis jalapa* Extract, After Infection with *Beauveria bassiana* Fungi. Proceedings of the 6<sup>th</sup> Annual Basic Science International Conference “Enhancing Innovation in Science for Sustainable Development” Malang 2-3 March 2016. pp 112 - 115.

- **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Liah Kodariah. 2016. Ekstrak Etanol Seledri (*Apium graveolens*) sebagai Antiatherogenik pada Tikus (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi Hiperlipidemia. Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education) Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, 27 Agustus 2016.  
[http://symbion.pbio.uad.ac.id/prosiding/prosiding/ID\\_298\\_Tjandra-Liah\\_revisi\\_Hal%20171-188.pdf](http://symbion.pbio.uad.ac.id/prosiding/prosiding/ID_298_Tjandra-Liah_revisi_Hal%20171-188.pdf)
- Sri Yusmalinar, **Tjandra Anggraeni**, Kustiati, Intan Ahmad. 2016. The Effect of Insecticide of Imidacloprid in Sublethal doses on Fecundity of Adult Female of House Fly (*Musca domestica* Linn) (Diptera : Muscidae). Presentation on The 6<sup>th</sup> International Conference on Mathematics and Natural Sciences. 2-3 November 2016 Institut Teknologi Bandung, Bandung Indonesia.
- Maria Marselina Bay, **Tjandra Anggraeni**. 2016. Identifikasi Tipe Sel Hemosit Larva Serangga *Trigona* sp (Hymenoptera : Apidae) dan Fungsinya Terhadap Pertahanan Tubuh. *Bio - Edu : Jurnal Pendidikan Biologi*, Vol. 1, No. 3 (39-41).
- **Tjandra Anggraeni**, Maria Marselina Bay. 2017. Why *Trigona* sp. as Vectors of Banana Blood Disease Do Not Suffer from It ?. The 2<sup>nd</sup> Asia-pacific Joint Symposium on Life Sciences. Harbin University of Technology. 10 January 2017. Harbin, China. <http://hcls.hit.edu.cn/hclsen/weminars/list.htm>
- Melanie, **Tjandra Anggraeni**, Wardono Niloperbowo, Nining Ratningsih. 2017. Fungal Pathogenicity and Profile Cuticle Damage Caused bay Entomopathogenic Fungus *Metarrhizium anisopliae* Infection Against to *Oxya japonica* (Orthoptera :

Acrididae). The 6<sup>th</sup> International Synposium for Sustainable Humanosphere. Humanosphere Sciece School. 15-16 November 2016. Bogor, Indonesia. Prosiding.

- Yusmalinar S, **Tjandra Anggraeni**, Kustiati, Indra Wibowo, Ramadhani Eka Putra, Intan Ahmad, 2017. Reproductive ability enhancement of House Fly (*Musca domestica* Linn) (Diptera Muscidae) through hormesis by application of sublethal doses of Imidacloprid and Permethrin. *Journal of Entomology* 14(5): 199-207. [https://multisite.itb.ac.id/fisiologiperkembanganhewandansainsbiomedika/wp-content/uploads/sites/179/2018/10/2017\\_IW\\_Reproductive-ability-enhancement-of-House-Fly-Musca-domestica-Linn.pdf](https://multisite.itb.ac.id/fisiologiperkembanganhewandansainsbiomedika/wp-content/uploads/sites/179/2018/10/2017_IW_Reproductive-ability-enhancement-of-House-Fly-Musca-domestica-Linn.pdf)
- A. Irma Suryani, Nova Hariani, **Tjandra Anggraeni**, Iwan Dini, Ahmad Fudhail. 2017. Combination Intervals Effects of *Mirabilis jalapa* Bioinsecticide and *Metarhizium anisopliae* Entomopathogen Fungi Against *Spodoptera exigua* Larvae. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)* Vol 2 (10). 42-44. <http://www.ijcdr.org/viewpaperforall.php?paper=IJS DR1710011>
- Dina Maulina, Sutiman Bambang Sumitro, Mohamad Amin, Sri Rahayu Lestari, Muhammad Aziz, **Tjandra Anggraeni**. The Effects of Natural Biopesticide from *Mirabilis jalapa* toward the Immune System of *Spodoptera litura*. *Preprints* 2018, 2018040089 (doi:10.20944/preprints201804.0089.v1).
- **Tjandra Anggraeni**, Nida Nisrine, Anggraini Barlian, Sony Heru Sumarsono. 2018. Repellency of Some Essential Oils against *Drosophila melanogaster*, Vector for Bacterium Blood Disease in Banana Plantation. *Journal of entomology* Vol. 15 (3). 125-134.

<http://docsdrive.com/pdfs/academicjournals/je/2018/125-134.pdf>

- Indra Wibowo<sup>1</sup>, Intan Taufik<sup>1</sup>, Mira Mutiyani, Nuruliawaty Utami, Nurfitri Yulianty, Aam Kamal, Aditya Rinaldy, Roya Suffah Zain, **Tjandra Anggraeni**. 2019. Alteration of Basal Blood Glucose Level and Microbiota Metabolic Parameters in Rats Fed with Brown Rice and Herbal Extracts. *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 7, No. 2, 162-170. <http://www.sciepub.com/JFNR/abstract/10193>
- Yeyet Setiawati, Eri Mustari, Taufikurahman, **Tjandra Anggraeni**. 2019. The Influence of the Use of the Herbicide Paraquat Diclorida on the Weed Focus on Maize Cultivation in teh Rainy Season. Poster Presentation in 'Joint Symposium on Plant Sciences and Products 2019'. School of Life Sciences and Technology, ITB. 1-2 August 2019.
- A. Irma Suryani, **Tjandra Anggraeni**. 2019. Uji Hemaglutinasi Assay pada Hemolimf *Spodoptera exigua* yang Diberi Perlakuan Botani Pestisida. *Jurnal Bionature*, Volume 20, Nomor 1, 34-37. <https://ojs.unm.ac.id/bionature/article/view/9758>
- **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Faishal Adha. 2019. The Succession of Diptera and Coleoptera on Rabbit Carcasses Decomposed in Two Different Locations in the Forest of Jatinangor Campus, Bandung Institute of Technology. Presentation on International Conference and the 10th Congress of the Entomological Society of Indonesia (ICCESI), Denpasar Bali 6-9 October 2019. <https://kongres.pei-pusat.org/wp-content/uploads/2019/09/Information-for-ICCESI-Participants-1.pdf>
- Masriany, Rizkita R Esyanti, Fenny M Dwivany, **Tjandra**

**Anggraeni.** 2020. Banana Flower-Insect Interaction: Alpha-Pinene as Potential Attractant for the Insect Vector of Blood Disease Banana. *Hayati Journal of Sciences*, Vol.27 (1). 8-15. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/hayati/article/view/30305/19544>

- **Tjandra Anggraeni**, Taufikurahman, Meilisa, Yeyet Setiawati, Isma Fadilla, Asih Suryati. 2020. The effect of Paraquat Dichloride application on diversity and abundance of soil arthropods in the corn field. *3Bio: Journal of Biological Science, Technology, and Management* 2(1): 1-6. [file:///C:/Users/HP/Downloads/11094-38068-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/11094-38068-1-PB%20(1).pdf)
- **Tjandra Anggraeni**, Nur Laela. 2020. The Potency of Karika Fruit Seed Extract (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch) as Repellent Agent against Mosquitoe Vector of Dengue (*Aedes aegypti* Linn.). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 468 012011. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/468/1/012011/pdf>
- **Tjandra Anggraeni**, Masriany, Fenny M Dwivany, Rizkita R Esyanti. 2020. Possibility of Sap-Feeding Beetle, Nitidulidae, as a Spreading Agent for Blood Disease Bacterium on the Banana Plant. *Malays. Appl. Biol.* (2020) 49(2): 1-5.

[http://www.mabjournal.com/images/49\\_2\\_July\\_2020/49\\_02\\_01.pdf](http://www.mabjournal.com/images/49_2_July_2020/49_02_01.pdf)

- Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono. 2020. Larval development of nypa palm worm *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereididae). *Nusantara Bioscience* Vol. 12, No. 2, pp. 148-153. <https://smujo.id/nb/article/view/6540>
- Vania Mene Risriani, **Tjandra Anggraeni**, Nuning Nuraini. 2020.

An Entomological Model for Estimating the Post-Mortem Interval. *Commun. Biomath. Sci.*, Vol. 3, No. 2, pp. 148-156.  
<https://journals.itb.ac.id/index.php/cbms/article/view/15444>

- Indra Wibowo, Nuruliawaty Utami, **Tjandra Anggraeni**, Anggraini Barlian, Ramadhani Eka Putra, Annisa Devi Indriani, Rina Masadah, and Savira Ekawardhani. 2021. Propolis Can Improve Caudal Fin Regeneration in Zebrafish (*Danio rerio*) Induced by The Combined Administration of Alloxan and Glucose for Zebrafish. *Zebrafish* Vol. 18, No. 4.  
<https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/zeb.2020.1969>
- Hadian Iman Sasmita, Kok-Boon Neoh, Sri Yusmalinar, **Tjandra Anggraeni**, Niann-Tai Chang, Lee-Jin Bong, Ramadhani Eka Putra, Amelia Sebayang, Christina Natalina Silalahi, Intan Ahmad, Wu-Chun T. 2021. Ovitrap surveillance of dengue vector mosquitoes in Bandung City, West Java Province, Indonesia. 2021. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 15(10):e0009896.  
[https://www.researchgate.net/publication/355750178\\_Ovitrap\\_surveillance\\_of\\_dengue\\_vector\\_mosquitoes\\_in\\_Bandung\\_City\\_West\\_Java\\_Province\\_Indonesia\\_fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/355750178_Ovitrap_surveillance_of_dengue_vector_mosquitoes_in_Bandung_City_West_Java_Province_Indonesia_fullTextFileContent)
- Sri Yusmalinar, **Tjandra Anggraeni**, Azhari Zein, Intan Ahmad. 2021. Resistance status and the rate of resistance development in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to permethrin and imidacloprid in Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia* Volume 18 No. 3. <http://jurnal.pei-pusat.org/index.php/jei/article/view/672>
- **Tjandra Anggraeni**, Putri Amara. 2021. Insect Succession on Wrapped Rabbit Carcasses as a Model in Forensic Entomology. *Ecology, Environment, Conservation* Vol 27 pp.S70-S75.

<http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/eecdecsuppl/EEC-12.pdf>

- Beni Ernawan, **Tjandra Anggraeni**, Sri Yusmalinar, Intan Ahmad. 2022. Investigation of Developmental Stage/Age, Gamma Irradiation Dose, and Temperature in Sterilization of Male *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in a Sterile Insect Technique Program. *Journal of Medical Entomology*. Jan 12;59(1):320-327. doi: 10.1093/jme/tjab166. <https://academic.oup.com/jme/article-abstract/59/1/320/6378663?redirectedFrom=fulltext&login=false>
- Junardi Junardi, **Tjandra Anggraeni**, Ahmad Ridwan, Edy Yuwono. 2022. Alokasi Energi, Fekunditas, dan Sintasan Larva Cacing Nipah Simpatrik (Polychaeta: Nereididae). *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(2), 131-140. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i2.13867>
- Akhmad Aji Permadi, Adlan Malik Al-Asyhar, Ivana Joice Chandra, Sonia Augustin, Vania Mene Risriani, Virnia, Putri Amara, **Tjandra Anggraeni**, and Nuning Nuraini. 2022. A Mathematical Model for Estimating Post-mortem Interval on Wrapped and Unwrapped Carcasses. *AIP Conference Proceedings* **2498**, 020012 <https://doi.org/10.1063/5.0082771>
- Beni Ernawan, **Tjandra Anggraeni**, Sri Yusmalinar, Hadian Iman Sasmita, Nur Fitrianto, Intan Ahmad. Assessment of Compaction, Temperature, and Duration Factors for Packaging and Transporting of Sterile Male *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) Under Laboratory Conditions. *Science* (accepted MDPI).

## PATEN

- Mohamad Amin, Dina Maulina, **Tjandra Anggraini**, Ihya

Fakhrurizal Amin. 26 Mei 2017. Ekstraksi Senyawa Biopestisida untuk Spodoptera dari *Mirabilis jalapa*. BERITA RESMI PATEN SEDERHANA SERI-A No. BRP540/S/V/2017. Direktorat Paten, DTLST, dan RD. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. Republik Indonesia.

- Mohamad Amin, Dina Maulina, **Tjandra Anggraini**, Ihya Fakhrurizal Amin. 26 Mei 2017. Formula Biopestisida untuk Spodoptera dari Campuran Ekstrak *Mirabilis jalapa* dan *Bacillus thuringiensis*. BERITA RESMI PATEN SEDERHANA SERI-A No. BRP540/S/V/2017. Direktorat Paten, DTLST, dan RD. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. Republik Indonesia.
- Endra Joelianto, Intan Ahmad, **Tjandra Anggraeni**, Sussy Tjahjani, Maria Ekawati Prasetyo, Dani, Augie Widyotriatmo, Edwin Yudayana. Alat Perangkap Telur Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Fitur Integrasi. Nomor Permohonan : P00202007473 Tanggal Permohonan : 12-Oct-2020
- Endra Joelianto, Intan Ahmad, **Tjandra Anggraeni**, Sussy Tjahjani, Maria Ekawati Prasetyo, Dani, Augie Widyotriatmo, Edwin Yudayana. Metode untuk Menghitung Jumlah Telur Nyamuk *Aedes aegypti* Berbasis Pemrosesan Gambar Digital. Nomor Permohonan : P00202007851 Tanggal Permohonan : 22-Oct-2020
- Endra Joelianto, Intan Ahmad, **Tjandra Anggraeni**, Sussy Tjahjani, Maria Ekawati Prasetyo, Dani, Aswin Aziz, Husnul Amri, Miranti Indar Mandasari. Hak Cipta Karya Rekaman Video:

Panduan Instalasi dan Maintenance OvTrap. Kementerian Hukum dan Hak Azasi Manusia No : EC00202263836. Berlaku selama 50 Tahun. O Pencatatan : 000379569.

## PEMBIMBINGAN PROGRAM DOKTOR

- Kemampuan hidup populasi alami nyamuk *Aedes aegypti* (Linn.) yang terseleksi malation pada stadium larva, 2002, Dwi Jayanti Gunandini. Ko-Promotor.
- Peran senyawa volatil kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dalam penyerbukan oleh serangga *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera : Curculionidae) dan *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera : Thripidae), 2009, Suci Rahayu. Promotor.
- Potensi semut *Dolichoderus thoracicus* Smith sebagai penyebar agen pengendali hayati (*Trichoderma* sp.) terseleksi untuk menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* E.J. Butler patogen pada buah kakao, 2009, Umrah. Promotor.
- Alur Energi pada Dua *Spawning* Berulang Lobster Air Tawar (LAT) Capit Merah (*Cherax quadricarinatus*), Muhammad Idris. 2011.
- Karakter reproduksi dua spesies cacing nipah semelparitas simpatrik *Namalycastis rhodocorde* dan *Namalycastis abiuma* (Polychaeta : Nereididae) di Kalimantan Barat, 2014, Junardi. Promotor.
- Fenomena hormesis pada lalat rumah (*Musca domestica* Linn) (Diptera : Muscidae) resisten, pasca aplikasi dosis subletal imidakloprid dan permethrin, 2018, Sri Yusmalinar. Ko-Promotor.
- Interaksi Kimiawi Serangga dengan Tanaman Pisang dalam

Penyebaran Penyakit Banana Blood Disease (BBD), 2018,  
Masriany. Promotor.

**PEMBIMBINGAN PROGRAM MAGISTER DAN PROGRAM  
SARJANA**

- 23 Tesis
- 46 Skripsi





## **Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung**

Jalan Dipati Ukur No. 4, Bandung 40132

Telp. (022) 2512532, E-mail: sekretariat-fgb@pusat.itb.ac.id



 [fgb.itb.ac.id](http://fgb.itb.ac.id)

 [FgbItb](https://www.facebook.com/FgbItb)

 [FGB\\_ITB](https://twitter.com/FGB_ITB)

 [@fgbitb\\_1920](https://www.instagram.com/fgbitb_1920)

 [Forum Guru Besar ITB](https://www.youtube.com/ForumGuruBesarITB)